Digitized by Google

Digitized by Google

Handwörterbuch

der

Physiologie

mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

Erster Band.

BIBLIOTHEQUE
Q 1727
CANTONALE VAUDOISE

Digitized by Google

Digitized by Google

Handwörterbuch

der

Physiologie

mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

In

Verbindung mit mehren Gelehrten

herausgegeben

von

Dr Rudolph Wagner,
Professor in Göttingen.

Mit

Kupfern und in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Erster Band.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedr. Vieweg und Sohn.

1842.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorwort.

Nach Ueberwindung mancher Schwierigkeiten, welche vorzüglich durch die Entfernung vieler Mitarbeiter vom Orte der Redaction und das dadurch bedingte unvollkommene wechselseitige Verständniß herbeigeführt wurden, konnte der erste Band des Wörterbuchs, so wie derselbe vorliegt, abgeschlossen werden.

Es ist im Prospectus bereits näher erörtert worden, warum das Wörterbuch mehr den Charakter einer Sammlung von selbstständigen Monographien haben sollte und daß es durchaus nicht die Absicht war, den Stoff in eine große Anzahl kleinerer, alphabetisch geordneter Artikel zu zersplittern.

Was die speciellere Theilnahme des Herausgebers an dem Inhalte des Wörterbuchs betrifft, so hatte derselbe vom Anfange an den Plan, mehrere größere Artikel zu geben, welche Mancherlei zusammenfassen sollten (wie z. B. einen Artikel »thierische Organisation«), um dadurch einzelne Lücken auszufüllen und den isolirten Artikeln mehr Zusammenhang, dem Ganzen mehr Uebersichtlichkeit zu geben. Dies kann jedoch erst gegen den Schluß des Werkes, im dritten Bande, geschehen. Die gegenwärtige Bemerkung soll mehren an den Herausgeber gestellten Anfragen begegnen.

Der Artikel »Leben und Lebenskraft«, welcher anstatt einer Einleitung das Ganze eröffnet, war eigentlich für eine spätere Stelle bestimmt. Wenn nun der Herausgeber auch nicht alle Ansichten des trefflichen Verfassers theilt, so steht er doch nicht an zu bekennen, daß ihm die ganze Auffassung und Behandlung der Aufgabe von so großer Wichtigkeit zu sein scheint, daß er kein Bedenken trug, dem Artikel gerade diese Stelle zu geben. Dieser Aufsatz verdient die aufmerksamste Beachtung von Allen, denen es

Digitized by Google

um einen wahrhaft wiſſenſchaftlichen Standpunkt zu thun iſt und die nicht bloß auf dem breiten und bequemen Weg der ſinnlichen Detailforſchung das Heil und den Fortſchritt erblicken. Zur Zeit läßt es ſich — um einen befriedigenden Standpunkt in der allgemeinen Phyſiologie zu gewinnen — gar nicht mehr abweiſen, ſich mit gewiſſen principiellen Fragen der organiſchen Naturlehre zu beſchäftigen, zu deren Aufnahme aber eine gründliche philoſophiſche Durchbildung unerläßlich iſt.

Kein Gegenſtand mag aber heut zu Tage für dieſen Zweck wichtiger ſein, als die ſcharfe Zergliederung der Frage: was iſt denn eigentlich dieſe Lebenskraft, von welcher die Phyſiker und Chemiker ſo gut ſprechen, als die Phyſiologen, ohne ſich in der Regel irgend die Mühe zu nehmen, dieſe Frage klar in's Auge zu faſſen?

Hoffentlich gelingt es dem Herausgeber, für den zweiten Band einige Arbeiten zu erhalten, auf welche derſelbe bisher ſchmerzlich gewartet und wegen deren er auch wohl länger als billig mit dem Abſchluſſe des vorliegenden erſten Bandes gezögert hat.

Göttingen, im Juni 1843.

R. Wagner.

Digitized by Google

Inhalt des ersten Bandes.

Leben. Lebenskraft, von Prof. H. Lotze in Leipzig IX
Absonderung, von Prof. G. Valentin in Bern 1
Atrophie, von Dr. Canstatt in Ansbach 27
Aufsaugung, von Prof. Kürschner in Marburg 35
Blut, von Prof. H. Nasse in Marburg 75
Chylus, von Prof. H. Nasse in Marburg 221
Elektricität der Thiere, von Prof. G. Valentin in Bern 251
Entzündung und ihre Ausgänge, von Prof. J. Vogel in Göttingen 311
Ernährung, von Prof. G. Valentin in Bern 367
Fieber, von Prof. Stannius in Rostock 471
Flimmerbewegung, von Prof. G. Valentin in Bern 484
Galle, von Prof. J. J. Berzelius in Stockholm 516
Galvanismus (in seiner Einwirkung auf den thierischen Körper), von Prof. G. Valentin in Bern 527
Gehirn, von Prof. A. W. Volkmann in Dorpat 563
Geschlechtseigenthümlichkeiten, von Prof. A. A. Berthold in Göttingen 597
Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers, von Prof. G. Valentin in Bern 617
Gewebe (in pathologischer Hinsicht), von Prof. J. Vogel in Göttingen 797
Entwicklungsgeschichte, mit besonderer Berücksichtigung der Mißbildungen (Nachtrag), von Prof. Th. L. W. Bischoff in Heidelberg 860

Digitized by Google

Digitized by Google

Leben. Lebenskraft.

Als in früheren Zeiten die Quellen der Detailkenntniß in der Physiologie noch weniger ergiebig flossen, wandte sich die Reflexion mit Vorliebe allgemeinen Betrachtungen über das Leben und seine Ursachen zu, in der Hoffnung, vielleicht durch eine irgendwie vermittelte Kenntniß des Ganzen ein zurückgeworfenes Licht über das Einzelne zu verbreiten, durch dessen Verwicklungen es nicht unmittelbar einzudringen vermochte. Nachdem in unseren Tagen indessen glückliche Beobachtungen manchem Kreise der Lebensvorgänge bereits bestimmtere, weiterer Ausbildung fähige, Ansichten abgewonnen haben, ist jene Vorliebe für allgemeine Untersuchungen um so mehr zurückgetreten, als man nach Erschöpfung fast aller Erklärungsgründe, durch den Mangel an Erfolg ermüdet, zu bezweifeln anfing, ob über das Leben und seine Bedingungen eine die Erfahrung ergänzende Theorie überhaupt möglich sei. Allzu sanguinische Hoffnungen, die man früher über den Umfang und den Inhaltsreichthum solcher Theorien gehegt, haben jetzt das drückende Mißtrauen gegen jede in sich zusammenhängende Gedankenreihe erregt, während man den vereinzelten Einfällen, die sich dem natürlichen Laufe der Vorstellungen nach zur Erklärung der Erscheinungen ungezwungen darbieten, ein viel zu geringes Mißtrauen beweist. Wie unangenehm es auch in jedem Falle für den Leser sein mag, den Eingang zu dem Gegenstande einer bestimmten Untersuchung durch sehr allgemeine einleitende Bemerkungen verzögert zu sehen: für die Darstellung dieses Gegenstandes muß ich diese Erlaubniß dennoch in Anspruch nehmen. Nicht die Thatsachen, die hierher gehören, sind zweifelhaft, sondern Allen bekannt; die widerstreitenden Erklärungsversuche aber, denen es hier gilt, wurzeln mit ihrem Recht und Unrecht nicht in ihnen, sondern in vorgängigen Ueberzeugungen und Irrthümern über die Aufgaben der Naturwissenschaft überhaupt, so wie die Mittel zu ihrer Lösung, und in den falschen Zusammenfassungen, Ausdrücken und Deutungen der Thatsachen, zu denen uns dann diese vorgefaßten Meinungen unbemerkt verleiten.

Indem wir es nun unternehmen, aus der Natur der Erkenntniß und der Dinge, so wie sie uns durch die Erkenntniß gegeben sind, eine Ueberzeugung über die Bedingungen und den allgemeinen Begriff des Lebens zu begründen, so wird dies von Allen denen als der verkehrte Weg angesehen werden, welche nur durch die Beobachtung zur Theorie zu gelangen behaupten. Allein das Räthselhafte und der Erklärung überhaupt Bedürftige in den Naturerscheinungen liegt nie einfach in dem Inhalt der Beobachtung, sondern in seinem Widerstreit gegen die Voraussetzungen über den Zusammenhang der Dinge, welche wir zur Beobachtung bereits mitbringen. Die Erfahrung und Beobachtung kann für uns nur den Beweggrund enthalten, eine Erscheinung vermöge ihrer bestimmten Eigenschaften unter die eine oder die andere jener Voraussetzungen unterzuordnen, deren Kenntniß daher immer der wirklichen Deutung der Beobachtung ebenso vorausgehen sollte, wie wir die allgemeinen und reinen Theile der Wissenschaften den angewandten

vorausschicken. So einfach dies auch ist, und so sehr auch der unvollkommenste Beobachter diese Kenntniß unmittelbar zu besitzen glauben wird, so ist es doch eine Thatsache, daß eine Reihe von Mißverständnissen hierüber der Grund der meisten Verwirrungen in unserer Wissenschaft ist, und es zeigt sich hier in aller Stärke der üble Einfluß der Gewohnheit, ohne vorgängige theoretische Ueberlegung der überhaupt möglichen und denkbaren Erklärungsprincipien sich den verwickeltsten Erscheinungen ohne Weiteres gegenüber zu stellen, und abzuwarten, welche ganz zufälligen Hypothesen sich wohl aus der Association der hierbei angeregten Vorstellungen entwickeln werden.

I. Der Antrieb zu jeder Untersuchung also liegt darin, daß eine Erscheinung den Voraussetzungen, die wir über den Zusammenhang der Dinge durch die Natur unsers Erkennens zu machen genöthigt sind, nicht entspricht, und die Erklärung besteht in nichts Anderm, als in der Hinzufügung aller nothwendig geforderten Mittelglieder, durch welche die Unvollständigkeit des unserer Beobachtung Zugänglichen ergänzt, seine Widersprüche ausgeglichen werden. Drei Verhältnisse sind es besonders, die als metaphysische Bedingungen alles Zusammenhangs der Dinge gelten und die Antriebe zu drei verschiedenen, genau von einander abzutrennenden und doch zum Unheil der Wissenschaft so oft vermischten Untersuchungsweisen abgeben: die Verhältnisse nämlich des Grundes zur Folge, der Ursachen zur Wirkung, des Zwecks zu den Mitteln.

1. Alle Dinge und alle Begebenheiten sind zuerst das, wozu sie von ihren Bedingungen gemacht worden sind, und das Bestreben aller wissenschaftlichen Untersuchung ist dieses, die Eigenschaften der Dinge rücksichtlich ihrer bestimmten Qualität, ihrer extensiven und intensiven Größe und ihrer Verbindungsweise nicht als gesetzlose, zufällige, nur auf sich beruhende Thatsachen, sondern als Beispiele allgemeiner Gesetze darzustellen. Wir finden uns nicht befriedigt, wenn wir eine Aussage allein in der Form eines Urtheils bilden können, sondern sind gedrungen, sie als einen Schlußsatz auszusprechen, dessen Wahrheit nur durch seine Prämissen begründet und bewiesen wird. Man würde dieses Bedürfniß des Geistes nach einem System von Gründen, aus dessen gesetzmäßigen Beziehungen allem Seienden die Art und Weise seines Verhaltens gegen Anderes zugemessen wird, völlig in seiner Bedeutung und seinem Werthe für den Gegenstand dieser Abhandlung verkennen, wenn man das Allgemeine nur als ein subjectives Hülfsmittel zur Bearbeitung des Einzelnen ansehen wollte. Diese Bearbeitung selbst würde vielmehr kein Motiv mehr haben, wenn nicht in der Zurückführung des Einzelnen und Mannichfaltigen unter allgemeine Gesetze das Interesse des Erkennens selbst läge. Die ältere Metaphysik hat den Sinn dieser Voraussetzung lebhaft und energisch in dem Satze omne ens est verum, ausgesprochen; sie hat damit angedeutet, daß eine Welt von Dingen, deren jedes sich selbst Gesetz sei und durch ein inneres Belieben oder nach Zufall eine Summe von Eigenschaften an sich hervortreibe, eine unwahre Welt sein würde; daß darüber, was jedes Ding sein solle, gar nicht ihm selbst die Entscheidung zustehe, sondern daß darüber außerhalb seiner selbst entschieden werde, von den Bedingungen nämlich, welche ihm, auf das für alle Dinge gültige Recht allgemeiner Gesetze hin, die Form seines Daseins und seines Verhaltens bestimmen. Erkennen wir diese metaphysische Wahrheit an, die allerdings hier nur kurz in Erinnerung gebracht werden kann, so werden wir an jede Theorie, somit auch an die der Lebenserscheinungen diese erste methodische Forderung stellen, daß sie Alles, was einer einzelnen

Erscheinung an Inhalt gehört, ihr nur nach dem allgemeinen Recht aller Dinge in seiner Anwendung auf die speciellen Verhältnisse zuschreibe; daß die Veränderungen, die in irgend einem Complex von Eigenschaften durch den Hinzutritt einer neuen Bedingung entstehen, nie als völlig neue und unvermittelt hervortretende gedacht werden, sondern daß sie jederzeit aus der Summe der vorhandenen Bedingungen sich nach jenen allgemeinen Gesetzen als nothwendige, ihrer Qualität nach vollkommen determinirte Folgen voraussagen lassen müssen. Damit es nicht scheint, als ständen diese abstracten Erinnerungen außer Zusammenhang mit unserm Gegenstande, so erinnern wir vorläufig an eine Ansicht von der Lebenskraft, welche die Räthsel des Lebens durch Leugnung des Dogma der metaphysischen Wahrheit zu lösen sucht. Es hat für die unbefangene Vorstellung etwas Unglaubliches, daß die verwickelten Lebensvorgänge aus den Beziehungen der einzelnen zusammensetzenden Theile des Körpers nach den nämlichen Gesetzen entstehen sollen, welche auch abgesehen vom Leben das Verhalten jener Stoffe gegen einander bestimmen würden. Man hat die Behauptung bedenklich gefunden, daß Gott es sich versage, in das einmal festgesetzte System von Gründen und Folgen abändernd einzugreifen, daß er nur an bestimmte einfache Grundelemente unveränderliche Wirkungsformen geknüpft habe, das gesammte Spiel des Geschehens aber nur den gesetzmäßigen Verschlingungen dieser Einfachheiten hervorzubringen überlasse. Man könne sich im Gegentheil denken, daß z. B. die Verbindung einzelner chemischer Grundstoffe als solche Verbindung Eigenschaften und Wirkungsformen entfalte, die nicht nur unsere Erkenntniß nicht als Resultate aus den Eigenschaften der Bestandtheile begreifen könne, sondern die selbst objectiv keineswegs aus deren Zusammensetzung hervorgehen, vielmehr unmittelbar und mit einem neuen Anfange von Gott mit jener Verknüpfung ohne Rücksicht auf mechanische Gesetze, verbunden würden. So zeigen der Sauerstoff und Schwefel einzeln Verwandtschaften gegen andere chemische Elemente, die der Schwefelsäure keineswegs, und diese wiederum deren, welche weder dem S noch dem O zukommen, noch auch von der Chemie als ein Mittleres aus den Eigenschaften beider dargestellt werden könnten. Zu solchen Eigenschaften sollten aber vorzugsweise die des lebendigen Körpers gehören, die sich dadurch jeder Berechnung und Construction nach den mechanischen Principien der übrigen Physik entzögen. — Es kommt bei Beurtheilung dieser Ansicht hauptsächlich darauf an, ob die Verknüpfung solcher lebendigen Eigenschaften mit jeder analog zusammengesetzten Masse stattfinde, oder ob, wenn gleich die chemische Constitution zweier Körper völlig gleich ist, es selbst dann noch zweifelhaft ist, ob ihnen beiden, oder einem, oder keinem jene neuauftretende Eigenschaft zukommen werde. Nur die Annahme einer solchen Zufälligkeit widerspricht der metaphysischen Wahrheit; sobald aber zugegeben wird, daß allen gleichen Massen auch jene neue Eigenschaft gleichmäßig zukomme, bildet ihre mangelnde Ableitbarkeit aus den früheren durchaus keine Schwierigkeit. Ueber den Sinn und die Möglichkeit einer Construction einer Erscheinung aus ihren Bedingungen herrschen aber Irrthümer, die an dieser Stelle, so wie später bei dem Verhältnisse zwischen Seele und Leib, zu den größten Dunkelheiten führen. Man glaubt, eine Theorie, welche alles Mannichfaltige als Folge allgemeiner Gesetze oder der Zusammenfassung der Theile ansieht, müsse nun auch wunderbare Aufklärungen darüber geben können, wie jene Gründe, jene Gesetze es machen, um eine Folge zu bedingen. Unter dem Einfluß solcher Vorstellungen erheben sich nun die Vorwürfe, daß man doch hier aus den Eigenschaften der Theile

die des Resultats nicht herzustellen, nicht zu machen vermöge. Dieser Vorwurf würde vollkommen richtig sein, wenn man ihn auf jede synthetische Untersuchung ohne Unterschied ausdehnte; es ist aber falsch, wenn man hier eine Grenzlinie zwischen dem Lebendigen und Mechanischen ziehen will, gleich als ließen sich im Gebiete des letztern die Eigenschaften eines Products wirklich in der Art aus den Eigenschaften seiner Bestandtheile fabriciren, wie man es im Gebiet des Lebendigen für unmöglich hält. Blicken wir auf einen der einfachsten Grundsätze der mechanischen Physik, das Parallelogramm der Kräfte; läßt etwa hier die Diagonale sich wirklich so aus den Seiten machen, wie man die Eigenschaften der SO^3 gern aus denen des S und O machen möchte! Keineswegs; dieser Satz würde zu seiner Begründung nicht so künstliche analytische Beweise hervorgerufen haben, wenn man es einsähe, wie die beiden Seitenkräfte es machen, um ihre discrepanten Richtungen in einer Resultante zu vereinigen. So wie hier, so ist nun jede Resultante, jeder Erfolg, der aus dem Zusammenkommen von Bedingungen entsteht, etwas Neues, von dem sich nur einsehen läßt, daß er durch jene Bedingungen seiner Qualität nach bestimmt wird, ohne daß wir es je wegbekommen, wie diese Bedingungen es wieder anfangen, etwas ihnen ganz Unähnliches zu bedingen. Wenn Jemand in der Logik fragte: wie geht es zu, daß *A* und *Non A* sich widersprechen; wie fangen sie's an? so wäre dies der nämliche transscendente Vorwitz, der sich mit dem Gesetze nicht begnügt, sondern auch noch die Maschinerie wissen will, durch welche seine einzelnen Theile in Beziehung gesetzt werden. Es ist daher keineswegs ein Vorwurf für die Ansicht, welche das Dogma der metaphysischen Wahrheit fest hält, daß die Qualitäten des Zusammengesetzten ganz andere sind, als die des Einfachen; wenn wir gleich aus dem Geschmacke des *S* und des *O* den der SO^3 nie erzeugen werden, so sehen wir doch an den mannichfaltigen analogen Verhältnissen der Salzbildung und Krystallisation, welche analog zusammengesetzte Säuren zeigen, daß die Eigenschaften sich der Zusammensetzung proportional verhalten. Dies allein, wie die Logik weiter zu entwickeln hat, wird von jeder Theorie verlangt, daß die Erfolge, die einmal zu gewissen Bedingungen gehören, sich den Veränderungen dieser Bedingungen in irgend einer Weise proportional verändern; keineswegs aber, daß ihre Qualität an und für sich der Qualität der Bedingungen gleich oder ähnlich sei, oder sich auch nur aus ihnen entwickeln lasse.

Indessen sind wohl jene Verknüpfungen neuer Eigenschaften mit den Zusammensetzungen des Einfachen nicht in diesem Sinne gemeint, wodurch sie als allgemeine Facta selbst zu untergeordneten Gesetzen würden, sondern die Allmacht Gottes mag dem einen Stoffe eine Kraft mittheilen, die sie einem andern vollkommen gleichen versagt. Der Allmacht Gottes können wir freilich keine Schranken setzen; andere seiner unendlichen Eigenschaften, wenn wir uns ihrer erinnern, würden uns aber abmahnen, eine solche Aeußerung der Allmacht ihm zuzuschreiben. Wie dem auch sei, möchten doch alle solche Theorien bedenken, daß sie dadurch, daß sie zu viel behaupten, jede Behauptung unmöglich machen! Wenn die Physiologie des Lebendigen den Satz aufstellt, daß aus der Complexion einfacher Stoffe *a*, *b*, *c*, manchmal zwar das Resultat *d* folge, welches nach allgemein mechanischen Gesetzen dieser Verbindung zukommt, manchmal aber auch *e*, welches ohne mechanische Berechtigung von der Allmacht Gottes hinzugefügt werde, wer kann uns dann noch die Richtigkeit mechanischer Regeln auch nur innerhalb der Grenzen des unbelebten Geschehens sichern? Warum soll nicht auch am

Hebel zuweilen eine mechanisch nicht zulässige Wirkung hervortreten? Mit dieser Annahme, daß aus gleichen Prämissen mehr als ein Schluß möglich ist, hört alle Naturwissenschaft in einer haltlosen Zweideutigkeit der Gesetze und Erscheinungen auf. Ueberhaupt bedenken wohl manche Ausbildner von Theorien in der Physiologie nicht, daß alle Freiheiten, die sie sich hier gestatten, nothwendig auf die Physik zurückwirken müssen. Denn die Erfahrung ist es doch wohl nicht, aus der wir wissen, daß die Grundlehren der Physik richtig sind; sie werden uns vielmehr durch die Nothwendigkeit unsers Erkennens verbürgt. Sind sie aber wirklich nothwendige Grundlagen aller Erfahrung, so kann man sie nicht in dem einen Theile derselben aufheben wollen, und doch auf ihre Gültigkeit in dem andern sich noch verlassen.

2. Jedes abstracte Gesetz ist als solches nur eine Beziehung, die bloß an anderem bereits Wirklichen selbst zur Wirklichkeit kommen kann. Indem es die Folge bestimmt, welche nothwendig eintreten muß, wenn zwei Prämissen in einer bestimmten Weise gegeben sind, muß es doch darauf warten, daß dieser Fall des Gegebenseins beider Prämissen irgend einmal eintrete. Aus dem Gesetze allein folgt daher gar Nichts; Alles vielmehr aus seinen Anwendungen. Um also eine nach gegebenen Prämissen nothwendige Folge in der That zu verwirklichen, müssen die Prämissen selbst ein Wirkliches sein, und auf diese Weise auch der Consequenz ein gleichartiges Dasein unter dem Wirklichen verschaffen. Der Begriff der Ursachen, wie wir jene wirklichen Prämissen nennen, hat ebenfalls mehren wichtigen Mißdeutungen unterlegen, deren Einfluß die Lehre vom Leben überall spürt. Man hat sich zuerst gewöhnt, von einer Ursache einer Erscheinung zu reden, obwohl nothwendig zu jeder Wirkung eine Mehrheit von Ursachen nöthig ist. Nach dem bestimmtesten Sprachgebrauche nämlich ist Ursache nie etwas Anderes, als ein wirkliches Ding, dessen Eigenschaften, wenn sie mit den Eigenschaften eines andern ebenso wirklich vorhandenen Dinges in eine bestimmte Beziehung treten, mit diesen zusammengenommen den vollständigen Grund darstellen, aus dem eine Folge hervorgeht, die hier, wegen der Wirklichkeit der Prämissen, ebenfalls ein wirkliches Ereigniß, eine Wirkung ist. Die Ursachen sind daher nichts Anderes als Vehikel der Wirklichkeit für die abstracten Theile des Grundes, und der ganze Zusammenhang der Bewirkung nur eine Wiederholung dieses Verhältnisses zwischen Grund und Folge auf dem Gebiete der Wirklichkeit. Wenn Pulver durch einen glühenden Körper explodirt, so sind beide zusammen Ursachen dieser Wirkung; jedes einzeln besitzt Eigenschaften, die mit denen des andern in eine bestimmte Beziehung, in diesem Fall: räumliche Berührung, gebracht, nach den allgemeinen Gesetzen, die über das Verhältniß der Temperatur und der Expansion expansibler Stoffe obwalten, diesen Effect hervorbringen mußten. Niemals hingegen kann es eine einzige Ursache einer Wirkung geben; denn wo beide Prämissen in einem Dinge vereinigt wären, könnte es kein Hinderniß mehr geben, um dessenwillen die Folge zu entstehen zögerte; und so würde unverweilt Alles zu einer ruhenden Eigenschaft zusammensinken. Noch weniger darf man glauben, daß aus der Ursache, wie aus einem dunklen Wesen ein Uebergang immaterieller oder materieller Elemente in das Bewirkte stattfände, so daß dessen Elemente erst hierdurch einen Stoß oder Impuls zur Aenderung erhalten hätten. Ueberall vielmehr, wo aus zwei Prämissen nach Maßgabe der allgemeinen Gesetze wirklich etwas folgen kann, da folgt es auch unmittelbar und hat keinen Widerstand der Trägheit zu überwinden; sondern überall, wo sich Widerstand zeigt, deutet er die Unvollständigkeit der Prämissen an, die auf eine Ergänzung warten, um etwas bedingen zu können. Wir müssen ferner noch daran erinnern, daß allge-

meine Gesetze für das verschiedenste Einzelne eine gleiche Möglichkeit eröffnen. Warum nun gerade eine bestimmte empirisch beobachtete Wirkung existirt, läßt sich nicht aus dem Gesetze, sondern nur aus seiner Anwendung auf eine bestimmte, vorgegebene Anordnung der bedingenden Umstände erklären. Wo daher in einer Wissenschaft die bestimmte Form einer der Erfahrung vorliegenden Erscheinung, noch vielmehr aber, wo verschiedene Erscheinungen gleichzeitig abgeleitet werden sollen, da kann die Erklärung nie aus einer einfachen Ursache gelingen, sondern überall werden wir mehre, vielleicht einen Concurs sehr vieler Ursachen mit bestimmt angeordneten Dispositionen voraussetzen müssen, welche dem überall gleichen Befehle des Gesetzes verschiedene Angriffspunkte seiner Macht gewähren. Wir haben daher unbedingt jede Theorie vom Leben zu verwerfen, welche uns eine Ursache desselben anzugeben verspricht. Wie man auch ein solches Realprincip des Lebens bestimme, ob als Lebensmaterie, Lebensgeist, Lebenskraft, Seele, Trieb oder als Lebensprincip überhaupt: nie wird sich daraus das Geringste folgern lassen, wenn man nicht dem Satz der vielen Ursachen sein Recht giebt und noch die anderen Ursachen hinzusucht, welche jenes überall gleiche Princip durch ihre Verschiedenheit zu verschiedenen Wirkungen bringen. Dann beginnt aber die wahre Physiologie da, wo solche Theorien aufhören.

Eine solche bestimmte Anordnung der Ursachen, welche dem Gesetze einen Fall der Anwendbarkeit verschaffen, kann nur empirisch kennen gelernt werden, weil sie keine nothwendige, sondern an und für sich nur eine mögliche neben anderen möglichen ist. Da nun ferner von jeder Erscheinung der Kreis der bewirkenden Ursachen sich nach rückwärts immer mehr vervielfältigen muß, so ist jede Untersuchung der Ursachen des Geschehens eine unvollendbare und kann sich nur dadurch eine Grenze geben, daß sie irgendwo eine gegebene Disposition der Umstände als die durch die Erfahrung verbürgte Thatsache festhält, auf welche sie die allgemeinen Gesetze anwendet. Es ist nicht ohne Wichtigkeit, dies festzuhalten, daß jede Naturwissenschaft immer nur lehren kann, was unter gegebenen Bedingungen aus allgemeinen Gesetzen mit Nothwendigkeit folgen muß, daß sie aber die Existenz jener Bedingungen sich nicht ebenfalls mitconstruiren kann. Ihre Aufgaben bestehen nur darin, aus dem Gegenwärtigen das Zukünftige vorauszusagen, das Vergangne rückwärts analysirend aufzufinden, das der Beobachtung Unzugängliche aus dem ihr Zugänglichen zu errathen, überhaupt den immanenten Zusammenhang eines nach seiner Qualität und Existenz empirisch vorhandenen Systems von Veränderungen zu berechnen, keineswegs aber Vergangenes, Gegenwärtiges und Zukünftiges zusammengenommen, also die Totalität des Gegenstandes selbst aus irgend etwas Anderm zu deriviren. So berechnet die Astronomie die Verhältnisse der vorhandenen Sterne, so jede Naturwissenschaft einen vorhandenen Theil der Natur. Wenn nun auch die Lehre vom Leben sich dadurch auszeichnet, daß ihr Gegenstand, der Mensch, rücksichtlich seiner Entstehung nicht über die Grenzen der Beobachtung hinausfällt, diese vielmehr selbst ein Gegenstand der Wissenschaft ist, so entsteht doch der einzelne aus der Gattung; diese aber sehen wir als unveränderliche Grundlage in der Fortpflanzung der Geschlechter bestehen, und ihr Anfang, ebenso wie der des Sternensystems, gehört nicht mehr der Wissenschaft von der Natur, sondern der von der Schöpfung, d. h. er ist Gegenstand religiöser und mythischer, aber nicht exacter Betrachtungen.

3. Obwohl wir nun bei Verfolgung der Ursachverhältnisse überall in eine unendliche Reihe hinausgedrängt werden, so läßt sich eine abschließende Befriedigung für die Untersuchngu doch durch die Auffindung des Zwecks gewinnen.

Wir werden nicht erfahren können, durch welches Kunststück der schöpferischen Macht es gelungen ist, alle nun weiter zu Folgen ausschlagenden Ursachen gerade in den gegebenen Verhältnissen zusammenzubringen, aber wir werden für dieses seiner Entstehung nach unerklärliche Factum in der als Zweck zu erfüllenden Idee doch eine Rechtfertigung seiner Existenz, als einer bedeutungsvollen, nothwendigen und nicht zufälligen finden. Diese Rechtfertigung würden wir ohnehin auch dann suchen, wenn es gelänge, die Causalreihe zu schließen; eine letzte Ursache, aus der mit blinder Nothwendigkeit Alles hervorginge, würde nie unsere Erkenntniß befriedigen; wir würden vielmehr immer verlangen, daß nicht Alles nur so, sondern um irgend eines Zieles, eines werthvollen Zwecks willen sei. Ebendeßwegen nun, weil wir die Voraussetzung der Zweckmäßigkeit so allgemein machen, und weil diese Betrachtungsweise in der That die höchsten Interessen des Geistes zu befriedigen bestimmt ist, müssen wir uns recht sehr hüten, die Eigenthümlichkeiten des Zweckbegriffs nicht mit denen des Ursachbegriffs zu verwechseln. Vor allen Dingen ist der Zweck als solcher nie ein Seiendes; denn so lange er unerfüllt ist, ist er ein Sein-sollendes; aber selbst der erfüllte Zweck ist nie etwas Wirkliches, ist nie ein Ding, sondern immer nur eine Relation, ein Verhältniß, ein Thun oder Leiden der Dinge; denn nur den Inhalt eines Urtheils kann man sich zum Zweck setzen, nicht den eines Begriffs. Um deßwillen können wir daher niemals von dem Zwecke das Nämliche verlangen, was die Ursachen leisten sollen; er kann nie eine Wirklichkeit begründen, sondern immer nur ein Befehl sein, der eine gewisse Form der Zusammenordnung des Wirklichen gebietet, damit aus den Causalverhältnissen dieser Mittel sein eigener Inhalt als ein später gewordenes Resultat hervorgehe. Die Erfüllung des Zwecks ist daher nie seine That, sondern sie ist nur möglich, wenn alle Mittel, aus deren blinder Ursächlichkeit der Zweck hervorgehen soll, bereits so angeordnet sind, daß die Gestalt des vorbestimmten Erfolgs aus ihnen bloß unter der Anwendung allgemeiner Gesetze folgen muß. Der Zweck gewinnt also nur dadurch eine Macht über den Ablauf der Wirkungen, daß er in den Dispositionen der Ursachen schon im Keime verborgen ist, keineswegs aber so, daß er ohne auf diese Weise gestützt zu sein, von außerhalb der Wirklichkeit her die Ursachen zu seiner Verwirklichung zusammenzutreiben oder ihre zufällig vorhandenen Beziehungen nach seinem eigenen Inhalte zu modificiren vermöchte. So ist der Zweck eine legislative Gewalt, welcher sich die Massen der Natur niemals fügen, wenn sie nicht durch das Mittel der Ursachen, welche die executive Gewalt bilden, von Anfang an gezwungen und in einen bestimmten Ablauf hineingedrängt würden. In Bezug hierauf haben vielfache Irrthümer lange, noch bis in die neueste Zeit der Physiologie den größten Schaden gebracht. Man hat sich gewöhnt, die Untersuchung der Ursachen und die der Zwecke für zwei Bearbeitungsweisen zu halten, deren eine in dem einen Theile der Erscheinungen, die andere in einem andern Theile mit Recht angewandt werde, und deren jede immer da aushelfe, wo die andere im Stich lasse. Allein beide Principien sind vielmehr ganz allgemein; sie wollen auf jeden Gegenstand der Untersuchung gleichmäßig angewandt sein, aber jedes in einem ganz andern Sinne. Nicht bloß das Leben, sondern auch jedes unbelebte Geschehen muß auf einen verborgenen Zweck hin untersucht werden, nicht bloß das letzte aber, sondern auch das erste verlangt, damit diese Zwecke sich realisiren können, eine fortgesetzte und in keinem Punkte unterbrochene Instrumentation der Ursachen. Wer die eine Erscheinung aus ihren Ursachen, die andere aus ihren Zwecken erklärt, beantwortet ganz verschiedene Fragen; er zeigt von der ersten, welcher Kunstgriffe die Natur sich zu ihrer Verwirklichung be-

dient, von der zweiten, daß ihre Existenz nicht ein läppisches Spiel der Natur sei, sondern daß es vernünftige Motive für einen solchen Zusammenhang der Ursachen giebt, welcher an einer bestimmten Stelle jenen Kunstgriff realisirt. Für unsere Wissenschaft ist es nun keineswegs allein von Interesse, den vernünftigen, zweckmäßigen Zusammenhang des Lebens zu ersehen; wir wollen vielmehr wissen, wie die Natur, und durch welche Mittel sie ihre Zwecke erreicht, damit wir, falls unsere individuellen Zwecke denen der Natur einmal entgegenstehen sollten, uns auch der Mittel zu bedienen wissen, den Ablauf jener aufzuhalten. Für jede Wissenschaft, die, wie die Medicin, einen praktischen Theil hat, muß daher die Untersuchung der Ursachen oder Mittel ein Uebergewicht über die der Zwecke erlangen.

So wenig nun diese beiden Bearbeitungsweisen gemein haben, so können sie doch einander Vorschub leisten. Wir sind häufig nicht nur über die speciellen Gesetze, sondern auch über den der Beobachtung entzogenen Theil des Thatbestandes im Unklaren, welcher die letzte der Erfahrung zugängliche Gestalt des Erfolges bedingt. Hier können teleologische Betrachtungen als leitende Gedanken angewandt werden. Können wir nämlich irgendwo einen Zweck errathen, welchen die Natur verfolgt, so werden wir sogleich auf eine engere Auswahl von Hypothesen hingewiesen, welche die Mittel angeben, deren sich die Natur bedient haben dürfte. Die Untersuchung, die zuerst völlig principlos war, gewinnt hierdurch eine bestimmtere Richtung, indem sie nicht Ursachen überhaupt, sondern solche aufsuchen lehrt, die geschickt sind, durch ihr gesetzmäßiges Wirken nicht nur die unmittelbar vorliegende Erscheinung, sondern auch deren Verhalten bei Erreichung jenes Zwecks zu bestimmen. Ein errathener Zweck giebt immer der Erscheinung mehr Inhalt, denn er zeigt sie uns so, wie sie künftig sein wird; gelingt es nun, noch specieller jenen Zweck in einzelne verschiedene Fälle zu zerlegen, so werden wir eine Menge von Bedingungsgleichungen erhalten, denen allen der unbekannte Thatbestand der wirkenden Ursachen entsprechen muß, um nach allgemeinen Gesetzen die verlangte Erscheinung zu begründen. Die teleologischen Ansichten gewähren daher nie die Erklärung selbst, sondern sie leiten nur auf die Mittel zurück, deren Verhältnisse gegen einander diese Erklärung geben. Insofern ist allerdings der Nutzen teleologischer Betrachtungen groß. Wissen wir z. B., daß der Organismus bestimmt ist, sich gegen eine Summe kleiner äußerer Störungen in gewissen Grenzen gesund zu erhalten, so lenkt die Rücksicht auf diesen Zweck unsern Blick bei der Entwerfung der Hypothesen über die Ursachen des Lebens sogleich auf einen kleinern, bestimmtern Kreis von Vorgängen des Stoffwechsels, aus dem in der That viele Erscheinungen rückwärts die gewünschte Aufklärung erhalten.

In dieser Anwendung der Teleologie als heuristischer Maxime werden wir leider sehr oft durch den Umstand gehindert, daß zwar allgemeine Gesetze a priori begriffen werden können, wirkliche Verhältnisse und Thatsachen der Beobachtung und dem Experiment offen stehen, die Zwecke aber, die die Natur verfolgt, uns keineswegs unmittelbar gegeben sind, und meist nur nach einer sehr häufigen Analogie der Erscheinungen aus diesen selbst geschlossen, oder in ganz unbestimmter Weise nur im Allgemeinen vorausgesetzt werden können. Hierdurch kommen wir in Gefahr, das Zufällige, welches jederzeit mit dem Ablauf einer Zweckerfüllung verbunden ist, für Zweck zu nehmen. Die Mittel nämlich, welche jeder Zweck zu seiner Erfüllung voraussetzt, können nicht einzig die Eigenschaften enthalten, die zu dieser Erfüllung nöthig sind; als concrete Dinge werden sie vielmehr noch eine Menge andern, der Zweckbeziehung ganz äußerlichen Inhalts in sich schließen, der doch, einmal wirklich vorhanden, sei-

nerſeits nicht gehindert werden kann, ebenfalls in die ihm zugehörigen Folgen überzugehen. So entſteht mit dem Zweckmäßigen immer auch das Nebenproduct des Zufälligen, zwar auch nach den nämlichen, allgemeinen Geſetzen durch beſtimmte Urſachen hervorgebracht, aber durch ſolche, die nicht um ſeiner ſelbſt willen, ſondern zur Verwirklichung eines Andern zuſammengekommen waren. So oft wir bei der Conſtruction einer Maſchine uns ſtarrer Körper bedienen, deren Bewegungen wir ein Hypomochlion geben, werden wir überall als ein zufälliges, ſelbſt zweckwidriges Nebenproduct die Reibung ertragen müſſen, welche allen feſten Körpern noch außer der hier benutzbaren Eigenſchaft der Starrheit eigenthümlich iſt. Solche Wirkungen müſſen unleugbar auch im lebendigen Organismus eintreten, und es iſt einer der verderblichſten Grundſätze für die Deutung der Erſcheinungen, wenn man behauptet, daß im Organismus nichts vergebens, nichts zufällig ſei. Die Eigenſchaften der feuchten, elaſtiſchen und weichen Maſſen, welche einen biegſamen und nachgiebigen Leib zuſammenſetzen ſollten, müſſen offenbar ſehr vielen äußeren Schädlichkeiten ſchwache Seiten darbieten; dies iſt eine zufällige Inconvenienz, die ſich von der Natur der einmal angewandten Mittel nicht trennen ließ. Anderſeits ſind manche Proceſſe im Körper nur in einzelnen Augenblicken wirklich nöthig; könnte man aber alle in einem gegebenen Momente ſtattfindenden Vorgänge im Körper zuſammenfaſſen, ſo würde ſich in ihnen gewiß des Zufälligen und Zweckloſen vieles finden. Nur ſo lange kann daher ein ſo zuſammengeſetztes Syſtem zweckmäßig beſtehen, als jene zufälligen und zweckwidrigen Wirkungen in der Zuſammenordnung der wirkenden Thätigkeiten bereits berückſichtigt und durch andere Wirkungen übertragen werden. In der That aber liegt in dieſem Zuſammenhange des Zweckmäßigen mit dem Zufälligen, und in der Unzertrennlichkeit des letzten von dem erſten der Grund, aus welchem die Möglichkeit der Störung und Krankheit ſpäter zu begreifen ſein wird.

Nach dieſen Bemerkungen ſtellen wir an jede Theorie über die Lebenserſcheinungen die methodiſchen Anforderungen, nie einen Zweck für die Urſache der Verwirklichung und der Qualität einer Erſcheinung auszugeben; nie die Aufzeigung der Zwecke und der Urſachen als zwei coordinirte, nach Maßgabe der Umſtände beliebig anzuwendende Principien der Erklärung zu brauchen; nie ferner zu glauben, daß die Darſtellung des Zwecks davon diſpenſiren könne, auch noch die cauſale Inſtrumentation aufzuweiſen, durch welche der Zweck verwirklicht worden iſt. Leider iſt der Umfang unſerer Kenntniſſe ſo lückenhaft, daß wir ſehr oft genöthigt ſein werden, die eine Unterſuchungsweiſe aufzugeben, und vorläufig Befriedigung in der andern zu ſuchen; allein überall iſt dann auch zuzugeſtehen, daß wir etwas noch nicht wiſſen, keineswegs aber dürfen wir durch das Vorgeben zu blenden ſuchen, daß wir die Lücke der einen Betrachtung durch Beihülfe der andern decken könnten.

II. Nach dieſen allgemeinſten Erinnerungen bleibt uns die Kritik der ſpecielleren Erklärungsgründe übrig, die bei der Betrachtung des Lebens angewandt werden. Da die Erſcheinungen des Lebens ſämmtlich entweder in Veränderungen und Bewegungen materieller Theile beſtehen, oder ſolche vorausſetzen, oder in ſie übergehen, ſo müſſen wir zuerſt die allgemeinſten hierauf Bezug nehmenden Abſtractionen durchgehen, den Begriff nämlich der Kraft, den Unterſchied zwiſchen Mechanismus und Organismus, endlich die Ideen der Natur.

1. Der Begriff der Kraft iſt in der Phyſik von dem wohlthätigſten Einfluß auf die Berechnung der Erſcheinungen geweſen; hätte man ihn in der Phyſiologie in demſelben Sinne gebraucht, in dem er dort angewandt wird, ſo würden wir es umgehen können, auf ſeine Entſtehung und die Grenzen ſeiner

gültigen Anwendung zurückzukommen. Kräfte zeigt keine Erfahrung, sie sind ein Supplement des Gedankens. Die vergleichende Abstraction leitet zuerst aus den Erscheinungen immer nur allgemeine Gesetze der Beziehung her; sie sagt uns z. B., daß alle im Raume gleichzeitig vorhandenen Körper sich mit zunehmender Geschwindigkeit nähern, deren Beschleunigung den Quadraten der Annäherung proportional ist. Nur Gesetze dieser Art fließen unmittelbar aus der analysirenden Kritik des Thatbestandes, und sie werden jeder philosophischen Forschung vollkommen genügen. Allein durch einen unwiderstehlichen Hang, über dessen Ursprung man sich aus der Metaphysik unterrichten mag, wird der denkende Geist angetrieben, dasjenige, was den Dingen in ihrem Zusammensein begegnet, als Verdienst oder Schuld, als That überhaupt eines Subjects anzusehen, und die bloß denkbare Möglichkeit, in gewisse Verhältnisse zu kommen, als eine reale Eigenschaft des Dinges zu betrachten und sie so in Gestalt einer den spätern Erfolg herbeiführenden Kraft in das Innere des Dinges zu verlegen. Wir wissen, (I, 1) daß über das Verhalten jedes Seienden gegen andere nicht von ihm selbst, sondern von allgemeinen Gesetzen entschieden wird; insofern ist es eine Fiction, wenn der Begriff der Kraft dennoch das, was dem Dinge nur in Folge der Gesetze unter gewissen Bedingungen zukommt, als ein ihm eigenthümliches Verdienst, Kraft und Tugend ihm zuschreibt. Besonnenen Physikern ist dies nie entgangen. Sie sahen wohl, daß ihre Attractions- und Repulsionskräfte an und für sich nichts wirken, sondern warten müssen, bis ein zweites Molecül einen Fall der Anwendung darbietet. Die Physik hat nur zu wenig Interesse bei diesen Begriffsbestimmungen und hat daher sich mit dem Ausdruck latenter Kräfte begnügt. Wir werden aber hier offenbar sagen müssen, daß Kräfte gar nichts in den Dingen wirklich Vorhandenes, noch weniger etwas Fertiges, ihnen ein für allemal Inhärirendes sind, sondern daß die Dinge solche Kräfte zuweilen erlangen, in dem Momente nämlich, wo aus dem Zusammenkommen ihrer Eigenschaften mit denen anderer in irgend eine Beziehung eine Folge hervorgeht. Die Dinge wirken nicht, weil sie Kräfte haben, sondern sie haben dann scheinbare Kräfte, wenn sie etwas bewirken. — In der Physik ist nun dieser imaginäre Begriff der Kraft deßwegen von äußerst glücklicher Anwendung, weil ihm immer der Satz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung zugesellt wird. Es giebt für die Physik keine Anziehung und Abstoßung, die ein Körper einseitig auf den andern ausübte, ohne sie von ihm auch wieder zu erleiden. Hierdurch erkennt die Physik in allen ihren Anwendungen den Satz der vielen Ursachen an; sie spricht nie von Kräften, ohne mindestens zwei Träger derselben zu haben, zwischen denen als den zwei Prämissen der künftigen Folge, die Kraft der Bewirkung getheilt wird. Nächstdem abstrahirt die Physik ihre Kräfte aus den Gesetzen der Gegenwirkungen; sie erkennt keine Kraft an, die nicht nach irgend einem Gesetze eine bestimmte Wirkung hervorbrächte, und dieses Gesetz ist jederzeit so bestimmt, daß die Wirkung eine Function der Bedingungen, z. B. der Entfernungen zweier Körper ist. Indem sie so gestattet, in diesen Proportionen das eine Glied aus der Erfahrung zu bestimmen, das andere aber hieraus zu berechnen, giebt sie über das Einzelnste der Erscheinungen, überall wo ihre Theorie vollendet ist, einen vollständigen Aufschluß. Sie erkennt an, daß die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen nur dadurch zu einer wissenschaftlichen Erkenntniß gebracht werden könne, daß in den Begriff der wirkenden Kraft ihr Gesetz mit aufgenommen, und ihr selbst auf diese Weise unendlich viele Angriffspunkte dargeboten werden, aus denen eine ebenso unendliche Mannichfaltigkeit der letzten Erfolge hervorgehen kann. So entspricht der physikalische Begriff der Kraft allen philosophischen Anforde-

rungen; er ist zwar eine Fiction, aber eine solche, deren Vortheile allein benutzt werden, während man ihre Nachtheile durch eine geschickte Bestimmung der Rechnungsregeln umgeht.

Gegenüber dieser bestimmten und trefflichen Ausbildung des Kraftbegriffs bietet sein Gebrauch in der Physiologie einen trostlosen Anblick dar. Die Lehre vom Leben hat vom Begriff der Kraft nur das Falsche beibehalten, alles Richtige aber mit eiserner Consequenz ausgerottet. So hat die Physiologie nie daran gedacht, etwas dem Gesetze der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung Aehnliches von ihrer Lebenskraft zu prädiciren, sondern mit dem offenbarsten Verstoße gegen den Satz der vielen Ursachen ist überall nur von „der" Lebenskraft gesprochen worden, die für ihr Wirkungsgesetz ebensowohl als für ihre Angriffspunkte selbst sorgen konnte. Man kann die tiefen Irrthümer der Physiologie nicht kürzer beisammen finden, als in der oft gebrauchten Definition, daß die Kraft die unbekannte Ursache der Erscheinungen sei. In ihr lernen wir nicht bloß die Kraft als ein Ding kennen, da sie doch immer nur der Grund eines Geschehens sein kann; wir hören nicht bloß, daß eine einzige Ursache zur Bewirkung einer Erscheinung hinreicht; nein, sondern wir lernen auch, daß man eine ganze Masse von Erscheinungen zusammenraffen könne, um sie einer Ursache zuzuschreiben, ohne daß man sich im geringsten zu zeigen bemühe, wie denn nun aus der einen Kraft so Verschiedenes hervorgehen soll. Und welche Erscheinungen sind dies! Nicht constante, nicht simultane, sondern solche, die außer, daß sie durch äußere Einwirkungen mannichfach abgeändert werden, selbst unter einander ganz disparat, endlich in verschiedenen Zeiten der Entwicklung ganz verschieden sind! Und dieses ganze Reich der Mannichfaltigkeit hat man mit einem Griffe zusammengenommen als Resultat einer Lebenskraft, ohne zu bedenken, daß, anstatt mehr Licht, man in der That nur mehr Dunkelheit erlangt, da nicht nur alles Einzelne noch ebenso unerklärt bleibt, als vorher, sondern auch noch das andere Räthsel eintritt, wie aus Einem so Vieles entstehen solle. Was würde man sagen, wenn Jemand zu behaupten sich begnügte, daß die Bahnen fallender Körper von der Schwerkraft abhingen, ohne hinzuzufügen, daß der eine geradlinig falle, weil ihm während seiner Ruhe die Unterstützung entzogen, der andere schief, weil seine Unterstützungsebene geneigt wurde, der dritte parabolisch, weil er im Anfang des Falls eine progressive Geschwindigkeit in horizontaler Richtung hatte. Wo sind nun aber für die Lebenskraft diese zweiten Prämissen, die bestimmten Angriffspunkte der allgemeinen Kraft, die allein eine concrete Gestalt des Erfolgs bedingen können? Wo kann man die wechselnden, empirischen Größen so anbringen, daß sie nach den inneren Proportionen in dem Gesetze der Wirkung nun auch andere Größen bestimmten? Ueberhaupt welches ärmste und geringste Mittel ist denn nur diesem Begriffe der Lebenskraft gegeben, wodurch aus der hohlen, nebulosen Emphase der Phantasie irgend etwas, was Hände und Füße hätte, sich entwickelte? Ich tadle nicht, daß man diese Ausbildung des Begriffs bis jetzt nicht gefunden hat, aber ich tadle, daß man sie sogar nicht gesucht, und daß man endlich, als von allen Seiten die Beobachtungen darauf hindrängten, dennoch bei dem falschen Begriff einer einzigen bewirkenden Kraft des Lebens stehen geblieben ist, der, weil er ein metaphysischer Irrthum ist, jeden Fund unmöglich machen mußte. Der Fehler gegen den Satz der vielen Ursachen hat nicht unterlassen, in die traurigsten Verwirrungen der Begriffe hineinzuführen. In der Physik wird jede Kraft bestimmten Massen inhärirend gedacht; mit Recht, denn sie ist abhängig von den Eigenschaften des schon Seienden. Daher ist sie dort überall als Grund der Erscheinung behandelt,

vermöge deſſen ein Ding etwas wirkt. Die Definition aber, welche die Kraft als Urſache betrachtet, bringt ſogleich den Irrthum herbei, daß entweder die Kraft mit irgend einem Stoffe identificirt wird, deſſen ganze Eigenſchaft darin beſteht, dieſe Kraft zu beſitzen, oder daß Kräfte als eigenthümliche ſeiende Weſen betrachtet werden, die nichts weiter vorausſetzen, ſondern ebenſo gut für ſich exiſtiren, wie die Dinge. Beide Irrthümer ſind von zwei berühmten Männern verfochten worden, deren gefeierte Namen zu nennen genügt, um zu zeigen, wie nothwendig eine ſtrenge Durchforſchung dieſer Gedankenbeſtimmungen iſt. Den erſten Irrthum vertheidigte Treviranus, den zweiten Autenrieth. Jener gelangte zu der Anſicht, daß in der Natur eine ſtets wirkſame, indecomponible und unzerſtörbare Materie vorhanden ſei, wodurch alles Lebende vom Byſſus bis zur Palme, von den punktförmigen Infuſionsthierchen bis zu den Meerungeheuern Leben findet. Bei einer ſolchen Anſicht mußte Treviranus in die nämliche Verlegenheit kommen, in die alle, eine einzige abſolute Subſtanz verehrende Philoſophien geriethen; er konnte aus dieſer Identität nicht zurück zu den mannichfaltigen Geſtalten. Daher fügte er hinzu, daß jene Materie an und für ſich formlos und jeder Form des Lebens fähig ſei; nur durch den Einfluß äußerer Urſachen erhalte ſie eine beſtimmte Geſtalt (werde alſo entweder Byſſus oder Meerungeheuer), und ändere dieſe Geſtalt, wenn neue Kräfte einwirkten. Und nun bemerkte Treviranus nicht, daß, wenn äußere Kräfte einmal eine ſo ungeheure Macht über die Form, welche der Lebensſtoff annehmen ſoll, ausüben, dieſer Stoff ſelbſt ganz überflüſſig wird, und daß er in ſich ſelbſt nicht den mindeſten Reſſort mehr hat, wodurch er zu dem Leben mehr als irgend eine andere Materie beitrüge. So blieb denn bei ihm der myſtiſche Gedanke eines Etwas, das eigentlich für ſich ſelbſt und allein das Leben bedingt, aber ein beſtimmtes, wirkliches Leben doch bloß, wenn es Einwirkungen eines Andern erfährt. So rächt ſich der Satz der vielen Urſachen an der falſchen Annahme eines einzigen Princips. Nach einer andern Richtung hat Autenrieth dieſen Stein des Siſyphus in ſeiner Abhandlung über die Lebenskraft [1]) gewälzt. Er entlehnt ſeine Abſtractionen aus einer ſchon mannichfach unrichtigen Betrachtung der Imponderabilien. Obwohl eine geſunde Phyſik ſich unter Imponderabilien nur zweierlei denken kann, entweder wirklich vorhandene unwägbare Stoffe, oder eigenthümliche Veränderungen und Bewegungen der gewöhnlichen ponderablen Körper, ſo iſt doch, um dies beiläufig zu erwähnen, auch ſonſt in der Phyſiologie, namentlich bei Gelegenheit des Nervenprincips, der Zweifel nicht ungewöhnlich, ob hier Stoffe, oder Bewegungen, oder bloße Kräfte vorhanden ſeien. Das letztere iſt nun allerdings niemals möglich, denn abſtracte Verhältniſſe können nicht in der Welt herumlaufen, ohne etwas, dem ſie zugehören. Auf ſolchen verfehlten Analogien hat nun Autenrieth ſeine Theorie der Lebenskraft als einer von der Materie ablösbaren, ſelbſtſtändig exiſtirenden Kraft aufgebaut: er glaubt ſogar, wenn das vorher durch Erfrieren der Glieder zurückgetriebene Blut wieder bei Erwärmung in die Theile einſtrömt, einen empiriſchen Beleg für dieſes Wandern der Lebenskraft aufzufinden. An dieſem einfachen Irrthum iſt ſeine ſonſt ſorgſame und gelehrte Arbeit zu Grunde gegangen. Die älteren Schriftſteller hatten zwar nicht weniger unwahrſcheinliche, aber doch logiſch richtigere Ideen, wenn ſie von ihren Lebensgeiſtern, spiritus animales u. ſ. f. ſprachen. Dieſe waren ihnen immer ein beſtimmtes Etwas, entweder materielle Fluida oder ſubſtanzielle Geiſter; ſie verlangten von ihnen nur, daß ſie, wie das Waſſer oder der Dampf, welche ganz verſchiedene Ge-

[1]) Anſichten über Natur- und Seelenleben 1836. S. 1—168.

triebe nach Maßgabe der Umstände bewegen, im Concurs mit den physikalischen Eigenschaften der Körpertheile ebenfalls sehr verschiedene Wirkungen in Anstoß versetzen sollten. Es war die nämliche Frage, wie die jetzt gewöhnliche nach dem Nervenprincip, d. h. nach demjenigen Stoffe, der innerhalb des organischen Körpers selbst wieder sich zu den übrigen, wie die Kraft zu der Last verhält. Die unglückseligen Ansichten dagegen, welche Abstractionen, Eigenschaften, Kräfte und Verhältnisse als etwas Wirkliches ansehen, welche überhaupt nie weit genug sich von der Erfahrung und dem Sinnlichen entfernen zu können glauben, diese verdanken wir der Schelling'schen Naturphilosophie, welche niemals einen klaren Begriff von dem wirklichen Verhältniß einer legislativen Idee zu ihren executiven Mitteln gehabt hat. Es ist eine eigene Erscheinung, daß unsere Physiologie, die sich oft so heftig gegen das Wahre der neuern Philosophie sträubt, so geduldig unter dem Einflusse ihrer Irrthümer fortarbeitet.

2. Wir haben erwähnt, wie nur aus den Angriffspunkten der einfachen Kräfte sich eine bestimmte Gestalt des Erfolgs ableiten lasse. Die abstracten physikalischen Gesetze der Kräfte gelten nicht allein für die Natur, sondern auch für Kunst und menschliche Industrie; aber rücksichtlich der Combinationsarten, deren die Natur sich zur Erreichung ihrer Zwecke bedient, wird sie beträchtlich von den Verfahrungsweisen der Technik abweichen. Das Eigenthümliche der Natur wird daher in den Benutzungsformen allgemeiner mechanischer Processe liegen; auf diese bezieht sich der hier näher zu erörternde Gegensatz zwischen Organismus und Mechanismus. Beide Worte drücken ursprünglich vollkommen das Nämliche aus; sei uns dies ein Vorzeichen für die gemeinsame Grundlage beider! Aber schon früh hat sich im Sprachgebrauch an das Wort μηχανή der Nebenbegriff einer verschmitzteren, erfinderischen Zusammenstellung von Hülfsmitteln geknüpft, welche über die in dem ὄργανον von der Natur selbst dargebotenen Werkzeuge der Wirkung hinausgeht. So hat schon früh der Begriff des Organischen die Zusammenfassungen physikalischer Processe bezeichnet, welche die Natur selbst zur Erreichung ihrer Zwecke benutzt, während das Mechanische die von der Cultur ersonnenen Combinationen bezeichnete. Da nun vorzugsweis die lebendigen Körper, zu einer fortwährenden Bewegung und Entwicklung bestimmt, von Natur solche nach außen gerichtete, handlungsbegierige Werkzeuge besitzen, die dem Starren, dem entwicklungslosen Unlebendigen fehlen, so hat sich denn der Gegensatz zwischen Organischem und Mechanischem, der zuerst nur naturmäßiges und kunstmäßiges Geschehen schied, auf die Verschiedenheit zweier Naturreiche, des lebendigen und des unbelebten, übergetragen. Diesen Sprachgebrauch lassen wir hier wieder fallen, überzeugt, daß eintheilende Bezeichnungen der Classen des Wirklichen zu oft hemmende Schranken für die Zurückführung desselben auf seine Gründe sind. Wir werden organisch jede Combination physikalischer Processe nennen, die um eines Naturzwecks willen vorhanden ist, gleichviel ob sie belebt, oder unbelebt, ob sie einen beseelten oder seelenlosen Körper darstelle; mechanisch aber sowohl die Vorrichtungen der Kunst, als auch physikalische Processe, ehe sie noch in irgend eine künstliche oder organische Zusammensetzung eingegangen sind. In diesem Sinn ist Physik eine mechanische Wissenschaft, denn sie lehrt nicht, welche Combinationen von Processen in der Natur vorkommen, sondern nur, welches unter gegebenen Verhältnissen die Wirkung sein muß; dagegen sind selbst Geologie und Meteorologie, obgleich noch höchst unvollendet, organische Lehren, denn sie sollen wenigstens zeigen, wie einzelne physikalische Processe von der Natur angewandt werden, um ein zweckmäßiges, einer Idee entsprechendes Ganze sich durchdringender Wirkungen zu begründen. Man hat in unserer Zeit

oft die ganze Natur organisch haben wollen; dies ohne Zweifel mit Recht, denn alles Natürliche muß nach Naturzwecken geschehen; allein man hat das Organische alle Augenblicke mit zweien seiner untergeordneten Species, dem Vegetativen und dem Animalischen, verwechselt, und nun verlangt, daß auch die übrigen Naturerscheinungen, um organisch zu sein, jene Eigenschaften zeigen sollen, die den Pflanzen und Thieren nicht vermöge ihres höhern Allgemeinbegriffs, des Organischen, sondern durch ihre specifischen Bestimmungen zukommen. So hat man sich viel damit gewußt, von einem Leben der Sterne, der Steine, der Atmosphäre zu sprechen, und es ist gekommen, daß in dieser Faction der Physiologen alles das Leben genannt wird, was der Deutsche sein oder dasein nennt. Eine größere, auch nur historische Bedeutung, als diesen Wortgebrauch, können wir diesen Ansichten nicht zuschreiben.

Organismus ist für uns nichts Anderes, als eine bestimmte, einem Naturzweck entsprechende, Richtung und Combination rein mechanischer Processe; das Studium des Organischen kann nur darin bestehen, nachzuweisen, mit welcher Auswahl, mit welchen bestimmten Gewohnheiten die Natur jene Processe combinirt, und wie sie eine von künstlichen Vorrichtungen vielleicht vielfach abweichende Reihe so combinirter Vorgänge gewissermaßen als complexe Atome des Geschehens zu Grunde legt. Wir finden in dem wirklich natürlichen Geschehen manches nicht wieder, was wir künstlich erzeugen oder in der Kunst anwenden. Manche einfache Stoffe, welche die Chemie aufzählt, kommen nie als solche in der Natur vor; in allen Umwandlungen der Mischungen geht sie doch nie bis auf sie zurück. So sind Calcium, Kalium u. s. f. Kunstproducte; die Natur kennt nur ihre Zusammensetzungen. Die Gesetze des Hebels werden in allen unseren Maschinen angewandt; aber in der Natur sind sie höchst selten, in größerer Ausdehnung fast nur in dem Gliedbau lebender Wesen angewandt. Auf so eigenthümliche Weise nun, wie wir später weiter sehen, bringt die Natur durch Zusammenfassungen des Mechanischen resultirende Fähigkeiten zu Leistungen hervor, die ebenso wie in der Maschinenlehre, auch hier unter dem Namen der Kräfte mitbegriffen werden. Diese secundären Kräfte sind jedoch keineswegs das, was die Erscheinungen solcher Zusammenfassungen hervorbrächte, sondern sie deuten die Art an, wie die bereits geschehene Zusammenstellung nach außen wirkt. Sie bedeuten also die Fähigkeiten zu einer bestimmten Größe und Art der Leistung, welche einem zusammengesetzten Apparat vermöge der Größe und Zusammenstellung der Kräfte seiner einzelnen Theile zukommt. Wir sind häufig nur so glücklich, jene bereits complexen Atome des Geschehens, die als solche Fähigkeiten zu einer Leistung anderen Erscheinungen zu Grunde liegen, kennen zu lernen, vermögen aber nicht, sie auf ihre einfachsten Gründe selbst wieder zurückzuführen. In solchen Fällen legen wir den weiteren Untersuchungen etwas zu Grunde, was rückwärts selbst um so mehr einer in die Tiefe fortgesetzten Untersuchung bedarf, eine je umfassendere und größere Zusammenfassung einzelner Verhältnisse es selbst ist. Schon in der Physik sprechen wir beispielsweis von der Elasticität und legen sie anderen Erscheinungen unter; gleichwohl bedarf sie selbst einer Construction, denn da sie nur einem Aggregate zukommt, kann sie nicht wohl eine einfache Kraft sein. Namentlich aber hat die Physiologie Triebe und Kräfte in Menge angenommen, die successiv immer unbrauchbarer zur weitern Erklärung der Erscheinungen werden, je dürftiger die Abstractionen und je bunter und gesetzloser die veränderlichen Leistungen sind, die sie bewerkstelligen sollen. Ausdrücke wie Bildungstrieb, Selbsterhaltungstrieb können schon deßwegen, weil auch sie des Vortheils der physikalischen Abstractionen entbehren und nicht, wie die Elasticität,

ein angebbares Gesetz befolgen, jederzeit nur zu Classificationen, niemals zu Erklärungen der Erscheinungen dienen. Es gehören hierher noch alle im Anfang dieses Jahrhunderts üblich gewordenen Begriffe, welche den einzelnen größeren Abtheilungen des physiologischen Geschehens eigene Namen gegeben, und eigene Kräfte untergeschoben, z. B. Sensibilität, Irritabilität, Reproduction. Wie nützlich nun auch solche classificatorische Namen sein mögen, so geht doch nach ihrer Entdeckung die Arbeit der Wissenschaft erst an, und zwar nach zwei Seiten. Erstens sind alle jene sogenannten Kräfte Probleme der Physiologie; sie müssen erklärt werden aus der Verbindung der einzelnen Processe, durch welche sie allein möglich sind, keineswegs aber darf man sie als letzte Erklärungsprincipien mißbrauchen. Zweitens aber mußte man sich bemühen, ihre Wirksamkeit irgendwie an Gesetze zu fesseln und zu zeigen, wie sie denn nun zu der Herstellung der übrigen Lebenserscheinungen beitragen. Beides ist bisher sehr unvollkommen versucht worden; am wenigsten hat man sich bemüht, jene größeren Triebe und Kräfte des Körpers auf ihre mechanischen Grundlagen zurückzuführen. Wir wissen, daß auch einfache Grundkräfte verschiedene Wirkungen je nach der Natur des ihnen zufällig von außen dargebotenen Angriffspunkts ausüben; da wir nun die Functionen des Körpers an und für sich veränderliche Werthe und wechselnde Formen des Effects annehmen sehen, wie kann dies anders geschehen, als daß das, was in der unbelebten Natur zufällig geschah, hier an gewisse Regeln gebunden ist, d. h. daß im lebenden Körper die Massen von Anfang her in bestimmten Verhältnissen zu einander standen, durch welche die wirkenden Kräfte der einzelnen Theile zu Bewegungen nach einem bestimmten Plane hinführen mußten? Wir müssen beklagen, daß Reil, indem er versuchte, die Lebenserscheinungen auf ihre einfachen Ursachen zurückzuführen, sich hierüber keinen deutlichen Begriff gebildet hat. Als er Form und Mischung für die Principien ausgab, aus denen alle lebendigen Processe erklärt werden sollen, täuschte er sich und Andere mit der Hoffnung, daß eine derartige Deduction dem Geiste einer wahren Naturwissenschaft mehr angemessen sein werde, als die Theorien von der Lebenskraft. Reil wollte viel zu frühzeitig die einfachen Kräfte namhaft machen, aus denen das Spiel des Lebens hervorgeht, aber er wußte nichts über die abstracte Form des gegenseitigen Verhaltens, durch welches alle Kräfte, seien sie, welche sie wollen, erst im Stande sind, einen gesetzmäßigen Ablauf veränderlicher Processe zu bedingen. Er fragte so wenig als eine der früher charakterisirten Lehren nach den Angriffspunkten seiner Kräfte, und indem er den Naturwissenschaften dadurch näher zu stehen schien, daß seine Principien: Mischung und Form nur die einfachsten Abstractionen aus der Erfahrung waren, stand er ihnen doch anderseits ebenso fern, da er nicht im mindesten anzugeben wußte, wie nun aus beiden irgend etwas hervorgehe. Seine Ansicht war daher nicht bloß willkürlich rücksichtlich der Wahl der Principien, die er für die wirkenden Kräfte erklärte, sondern weil er die Nothwendigkeit nicht einsah, daß uns zuerst eine bestimmte Disposition der Massen gegeben vorliegen müsse, ehe wir aus der Anwendung allgemeiner Gesetze der Kräfte aus ihnen eine bestimmte Erscheinung herleiten können, so erhielt seine Lehre überdies jenen schlimmen materialistischen Charakter, dessen Consequenzen den trefflichen Mann später peinigten. Nach Reil[1]) nämlich liegt es in den Eigenschaften der thierischen Materie, daß sie beim Anschießen, bei ihrer Krystallisation die Form des Gefäßes, des Nerven u. s. w. annimmt, welches wir aus der Natur der Materie nicht begreifen können.

[1]) Archiv I. S. 68.

Die Materie, fügt er hinzu, die auf so eigenthümliche Weise kryſtalliſiren ſoll, muß natürlich ſehr eigenthümlich ſein. Dieſe Gedanken ſind es, deren Verwechslung mit mechaniſchen Theorien wir auf alle Weiſe verhüten müſſen; ſie haben lange Zeit den ſtreng naturwiſſenſchaftlichen Anſichten allen Credit geraubt. Daß wir in der Erklärung nicht um einen Schritt weiter gekommen ſind, wenn wir ſo complicirte Dinge, wie die Geſtaltbildung, ohne Weiteres an unbegreifliche Eigenſchaften der Materie knüpfen, iſt klar; aber beſonders zu verwerfen iſt der pantheiſtiſche Irrthum: als ſei der Organismus ein automatiſch entſtandenes Product aus zufällig zuſammengekommenen Materien. Hätte Reil ſich nicht völlig über den Zweckbegriff geirrt, wäre er nicht in dem unſeligen Skepticismus über die Realität des Geiſtigen befangen geweſen, und hätte er ſich überhaupt nicht ſo willkürlich an den zufälligen Einfall der Form und Miſchung gehängt, ſo würde ſeinem Scharfſinn nicht entgangen ſein, daß unſere conſtruirende Naturwiſſenſchaft nur ſo weit zurückgehen kann, bis ſie die im Laufe des Geſchehens unverändert überlieferten Combinationen von Maſſen auffindet, aus deren inneren Gegenwirkungen die Erſcheinungen hervorgehen. Er würde dann nicht unternommen haben, auch dieſe Keime noch weiter zu conſtruiren; denn mechaniſch konnten ſie nur aus dem abſoluten Zufall weiter erklärt werden, eine Erklärungsweiſe, die ſich in ſich ſelbſt aufhebt. Hätte Reil dies bedacht, ſo würde er in ſeinem Entwurfe nicht die Grundlagen einer wiſſenſchaftlichen Phyſiologie, ſondern nur eine myſtiſche Kosmogonie erblickt haben, die weit von dem wahren Standpunkte mechaniſcher Diſciplinen entfernt iſt. Wir müſſen daher gegen Reil den nämlichen Vorwurf erheben, der frühere Anſichten traf; er hat willkürlich Principien angeführt, die zwar der Erfahrung näher ſtehen als Treviranus' Lebensmaterie und Autenrieth's ſeparable Kraft, aber er hat ebenſo wenig gezeigt, auf welche Weiſe dieſe Principien wirken können. Nur einmal, bei Gelegenheit der Kryſtalliſation und des Stoffwechſels, taucht bei ihm der Gedanke eines Stockes oder Kernes auf, als einer beſtimmten Combination der Maſſen, aus deren Gegenwirkungen das Einzelne hervorgeht, aber dieſer Gedanke hat keine weitere Folge gehabt. So hat Reil eigentlich das Umgekehrte deſſen geleiſtet, was zu leiſten war. Anſtatt beſtimmt angeordnete Maſſen vorauszuſetzen, aus denen nach allgemeinen Geſetzen die Lebenserſcheinungen hervorgehen, hat er vielmehr eben jene urſprünglichen Combinationen aus dem abſoluten Zufall unbegreiflicher Formen und Miſchungen entſtehen laſſen, aber dann nicht weiter gefragt, wie nun aus dem ſo Entſtandenen der geſetzmäßige Ablauf der Lebensvorgänge erfolge. Statt die Art und Weiſe der Verbindung des Mannichfaltigen zu zeigen, giebt er uns in Form und Miſchung nur die überall gleiche Materie an, aus welcher das zur Verbindung dienende Band bereitet iſt.

Dem Späteren überlaſſend, dieſe Bemerkungen weiter aufzuklären, erwähnen wir hier nur noch den Unterſchied zwiſchen mechaniſchen und dynamiſchen Wirkungen. Daß ſie nicht heterogene Wirkungen ſind, verſteht ſich von ſelbſt, denn es kann durch materielle Theile nichts geſchehen, wozu ſie nach bloß mechaniſchen Geſetzen unfähig wären. Allein die vielen Einzelkräfte eines Apparats wirken ganz anders durch ihre Reſultanten als einzeln. SO^3 mit KO giebt $SO^3 + KO$; aber $S + 4\,O + K$ keineswegs; die Geſtalt des Erfolgs, den ein äußerer Reiz hervorruft, ändert ſich mithin gar ſehr, je nachdem die inneren Kräfte des Apparats einzeln zurückwirken können, oder ein für allemal in eine Reſultante zuſammengezogen ſind. Die Rückwirkungen im erſten Fall nennen wir mechaniſche, ſie folgen nur aus den allgemeinen Geſetzen der Kräfte; die im zweiten Fall dynamiſche, denn ſie folgen aus dem, was wir

im Sinne des Aristoteles Dynamis nennen können, nämlich aus der organischen Zusammenfassung einzelner Kräfte, woraus dem zusammengesetzten Apparat die Fähigkeit einer nur ihm eigenthümlichen Leistung erwächst. Nie aber darf, wie im gewöhnlichen Gebrauche der Physiologie, dynamisch als gleichbedeutend mit gesetzlos, dunkel, überirdisch genommen werden. Dynamische Wirkungen finden sich nun in diesem Sinne natürlich an allen Maschinen, und wenn wir diese einfachen Verhältnisse überlegen, können wir sogleich über zwei hierhergehörige Dinge entscheiden, nämlich über die allgemeine Reizbarkeit und über die Vitalität der einzelnen Körpertheile. Ich kann hier nur kurz wiederholen, was ich anderwärts darüber gesagt (Allg. Pathologie. Lpz. 1842).

Reizbarkeit ist überhaupt die Eigenschaft eines Körpers, durch Einwirkung einer Ursache zur Entwicklung einer mechanischen oder chemischen Bewegung veranlaßt zu werden, deren Richtung, Kraft, Größe, Form und Dauer nicht einfach den einwirkenden Ursachen entspricht. Jede complicirte Maschine muß dieses Verhalten zeigen; entweder wird sie durch zu große Gewalt der Ursachen in ihren inneren Beziehungen zerstört, oder sie wirkt auf den Anstoß, in einer Form zurück, die nur aus ihrem eigenen innern Mechanismus fließt. Hierbei kann ebensowohl nach Maßgabe der innern Construction der Fall eintreten, daß die Größe der Rückwirkung der des Reizes proportional, aber ihre Form entgegengesetzt ist, als auch der andere, daß ein Reiz überhaupt nur bei gewisser Größe eine Rückwirkung auslöst, die bei geringeren Reizen nicht in geringerm Grade, sondern gar nicht erfolgt, u. s. w. Wir kennen Alle die Mittel, welche man bei dem Maschinenbau anwendet, um die Größe der resultirenden Bewegung zu erhöhen, zu verändern, ihre Richtung der der anreizenden Bewegung entgegengesetzt zu machen, oder ihr Eintreten bei continuirlichem Reize doch auf periodische Intervalle zu beschränken. Die nämliche Reizbarkeit muß nun auch der lebende Körper zeigen; auch in ihm bringen die Reize Wirkungen hervor, die die Folgen des zwischengestellten Mechanismus sind. Anstatt daher mit dem Begriffe der Reizbarkeit etwas zu Grund zu legen, was dem lebenden Körper eigenthümlich wäre, behaupten wir dadurch von ihm nur das Allerallgemeinste, daß er innere Verhältnisse hat, welche die Gestalt des Erfolges mitbedingen. Dieser Begriff kann also nie ein Erklärungsprincip der Physiologie werden, vielmehr hat diese umgekehrt das Phänomen der Reizbarkeit aus der bestimmten Art der Combination mechanischer Processe zu erklären, welche diesen innern Mechanismus des Körpers bildet. Ebenso ist die dem Streite der Humoral- und Solidarphysiologie zu Grunde liegende Frage zu beantworten, welche Theile des Körpers leben, welche nicht? Natürlich lebt gar keiner. Wenn anders jedes Wort eine bestimmte Bedeutung hat, so ist Leben die Totalität der Vorgänge, die der ganze Körper entwickelt; in dem Sinne wenigstens, in welchem das Ganze lebt, kann keiner seiner Theile leben. Es ist aber nur der Hang eines verwerflichen Mysticismus, einen Namen da noch beizubehalten, wo das Bezeichnete ein ganz Anderes ist. Wir können daher von den Theilen des Körpers nur sagen, daß sie existiren, und daß sie durch ihre Kräfte und deren Verbindungsweise das Leben des Ganzen erzeugen, von welchem ihnen selbst nicht der geringste Schatten einer Analogie zukommt. Jeder Theil nun übt zweierlei Wirkungen aus; mechanische nämlich durch die Kräfte, die ihm, dem einzelnen als solchem, zukommen; dynamische durch die Verhältnisse, in denen er noch zu anderen steht. Jedes Rad einer Uhr hat vermöge des Stoffs, aus dem es besteht, seine Eigenschaften für sich, aber die Wirkungen, die es als integrirender Bestandtheil des Ganzen entfaltet, kann es natürlich nur äußern, so lange es mit diesem in Verbindung ist. Deßwegen aber sind

dieſe ersteren nicht weniger den allgemeinen mechaniſchen Geſetzen unterworfen. So haben alle Theile des thieriſchen Körpers außer den Eigenſchaften, die ſie vermöge ihres Stoffs beſitzen, noch vitale, d. h. ſolche mechaniſche Eigenſchaften, die ihnen nur während der Verbindung mit den übrigen Theilen zukommen. Weder das Blut noch die Nerven aber ſind eigenthümlich belebt, ſondern das Leben gehört dem Ganzen und iſt ſtreng genommen eine Zuſammenfaſſung unbelebter Proceſſe. Ebenſo müſſen wir über das Leben eines unbebrüteten Eies entſcheiden. Es gleicht einer vollkommen ausgebildeten, aber nicht aufgezogenen Uhr; es fehlt ihm irgend eine Bedingung, welche das Spiel ſeiner Kräfte in Anſtoß verſetzen muß. Bei dem Embryo lebendig gebärender Thiere kann man in Zweifel ſein, denn hier beginnen die Erſcheinungen des Lebens allmälig; allein dies iſt keine Schwierigkeit der Sache, ſondern nur eine der Namengebung. Der Name des Lebens iſt hauptſächlich für die Erſcheinungen des ausgebildeten Körpers in Anſpruch genommen; der Sprachgebrauch, nicht die Wiſſenſchaft, ſträubt ſich daher, dieſen Namen den unvollkommnen Lebensäußerungen gleich nach der Befruchtung ſchon zuzugeſtehen.

3. Die vorigen Bemerkungen, welche als Grundlage jeder Theorie nicht complexe Triebe, ſondern beſtimmte Zuſammenfaſſungen von Maſſen mit ihren proportionalen einfachen Grundkräften verlangten, führen uns am natürlichſten zu der Betrachtung der *Naturideen*, welchen gemäß jene Zuſammenfaſſungen gebildet ſein ſollen. Wir haben bereits anerkannt, daß die teleologiſche Betrachtungsweiſe verhältnißmäßig die ſpeculativſte iſt, indem ſie den werthvollen Grund der beſtimmten Wirklichkeit angiebt. Allein die Darſtellung deſſen, was eine Erſcheinung an idealem Inhalt repräſentiren ſoll, belehrt uns doch nicht über die Mittel, durch welche ſie dieſe Aufgabe löſe. Obwohl ſich daher das Eigenthümliche der meiſten Naturweſen oft ſchlagender und glücklicher durch die Bezeichnung ihrer Idee, als durch eine mechaniſch-genetiſche Definition angeben läßt, ſo können wir doch deßhalb nicht in die Verwechslung des Zwecks und der Urſachen einſtimmen, welche den Behauptungen über die Wirkſamkeit der *Idee der Gattung* als des oberſten, bildenden Princips, zu Grunde liegt. Man hat von ihr oft ſo geſprochen, als wäre ſie gleichſam eine Gleichung für die Curve des Lebens, welche nicht blos die *Orte* hypothetiſcher Punkte in dieſer Bahn *anzeigt*, ſondern auch gleichzeitig die Stoffe, welche dieſe Orte einnehmen ſollen, wirklich dahinſchafft; eine Gleichung alſo, welche die Bahn der Curve nicht bloß *beſtimmt*, ſondern *beſchreibt*. Dies geht nicht. Geben wir auch gern zu, daß die Idee der Gattung Structur und Function der einzelnen Theile bis in das feinſte Detail beſtimme, ſo müſſen wir doch immer einen dieſer Idee angemeſſenen Mechanismus vorausſetzen, der nun wirklich die einzelnen Maſſen zwingt, dem Gebote der Idee nachzukommen. Wenn *Henle*[1]) behauptet, daß die Idee der Gattung es ſei, vermöge deſſen die Haare und Nägel wachſen, ſo iſt er doch genöthigt, den Theilen anderſeits ein *Beſtreben* beizulegen, ſich der Idee der Gattung anzunähern. Hätte er dieſem Gedanken weiter Gehör gegeben, ſo würde ſeinem Scharfſinn nicht entgangen ſein, daß in dieſem beiläufig erwähnten *Streben*, der Idee der Gattung nachzukommen, eigentlich das ganze Räthſel der Phyſiologie liegt, und daß jene Idee nimmermehr ſich realiſiren würde, wenn ihr nicht, aus der Combination der phyſikaliſchen Kräfte der Theile als Reſultante hervorgehend, jenes Streben auf das Bereitwilligſte entgegenkäme. Wie jeder Zweck alſo, ſo wirkt

[1]) Allg. Anatomie. S. 218.

auch die Idee der Gattung nur so weit, als sie in den vorhandenen Prämissen mechanischer Art bereits als determinirte Consequenz vorhanden ist. Dagegen müssen wir den Werth der Naturideen gegen andere Irrthümer aufrecht erhalten. Jede Naturwissenschaft, wie früher bemerkt, muß sich mit den Anwendungen allgemeiner Gesetze auf ein Gegebenes beschäftigen, nicht aber mit Ansichten über die allererste Entstehung ihres Gegenstandes. Dennoch verlangen wir über diese Entstehung uns Vorstellungen machen zu dürfen, und hier theilen sich die Ansichten der Naturforscher in zwei Reihen, deren eine auf der Vorstellung des Chaos, die andere auf der der Schöpfung ruht. Beide Gedankenkreise sind nicht mehr naturwissenschaftlich; ihre Berechtigung ist sehr verschieden; jetzt wenigstens, nachdem das Christenthum Jahrhunderte lang den Ideengang der Forschung beherrscht hat, sollte man erwarten können, daß die zweite Ansicht als Grundlage der Naturwissenschaften allgemein gelte. Dies ist indessen nicht der Fall. Vielmehr pflegt die Neugierde, die wissen möchte, wie nun zuerst das Sternensystem oder die Keime des Organischen entstanden sind, immer vorauszusetzen, daß es durch irgend einen mechanischen Zufall geschehen sei. Daß man diese Voraussetzung auch auf die Grundstoffe ausdehnen müsse, die in dem Chaos enthalten sein sollten, wird wenig gefühlt, sondern hier brechen diese Theorien plötzlich mit einem Factum ab und merken nicht, daß die absolute Ordnung doch wohl ebenso viel Recht hat, für ewig zu gelten, als die absolute Unordnung. Dem gegenüber muß jede Naturwissenschaft, die nicht völlig verkehrt zu der übrigen Bildung des Geistes sich stellen will, nothwendig den Begriff der Schöpfung voraussetzen. Die Welt ist weder durch Zufall geworden, noch hat ein Chaos vermocht, vor der Ordnung zu existiren, sondern eine nach göttlichen Ideen geordnete Welt ist am Anfang geschaffen worden, und uns bleibt nur übrig, den ununterbrochenen gesetzmäßigen Zusammenhang dieses bestehenden Vernünftigen zu erkennen und zu bewundern. Wer einmal diesen Gedanken verstanden hat, daß eine materielle Welt ohne solche zweckmäßige Dispositionen undenkbar ist, der wird nun nicht mehr die Sehnsucht hegen, so combinirte Systeme von Massen, wie wir sie hier annehmen müssen, einmal als bloße Resultate des Zufalls sich entwickeln zu sehen; er wird vielmehr voraussetzen, daß es nie eine Zeit gab, in welcher den Naturideen diese ihnen gemäß construirten Massen fehlten, oder in der die Massen nach rein mathematischer Zufälligkeit ohne zweckmäßige Naturtriebe vorhanden waren. Für jeden also, der zugiebt, daß nicht bloß der einzelne Organismus, sondern auch die Welt ein vernünftiges Ganze ist, wird die Frage nur noch die sein, nach welchen Gesetzen sich solche zusammengeordnete Systeme von Massen entweder continuirlich durch mechanischen aber gesetzmäßigen Zusammenhang erhalten, oder in einzelnen Durchschnittspunkten der Wirkungen neu hervorgebracht werden. Denn auch dieses Letztere ist möglich, aber nur als ein Zufall, dessen Freiheit und Unberechenbarkeit in den allgemeinen Zweck der Natur aufgenommen ist. Für andere Geschöpfe wird dagegen die Erhaltung ihrer organischen Triebe bestimmter vorgesehen worden sein, und wir werden sie nie aus dem Wechsel der Wirkungen in der Natur neu begründet finden. So wie jedes einzelne chemische Element verschiedene Aggregatzustände vorwärts und rückwärts durchläuft, ohne je in ein anderes Element überzugehen, so werden, um dies vorläufig zu erwähnen, auch die organischen Geschöpfe als Systeme von Massen zu betrachten sein, die in dem Verlaufe der Generation verschiedene Entwicklungszustände durchlaufen, sich bald involviren, bald evolviren, aber nie außerhalb der Continuität dieser durch die Gattung überlieferten Bewegung neu erzeugt werden. Hieran haben wir genau wie in der Chemie, das Letzte,

worauf die Naturwissenschaft zurückgehen kann; wie aus dem vollendeten Organismus der Keim, aus diesem der Organismus entsteht, dies ist ebenso Gegenstand ihrer Forschung, als die Art, wie chemische Elemente bald starr, bald flüssig, bald gasförmig erscheinen; woher aber jener ganze Cyclus sich wiederholender Bewegungen entstanden sei, ist ebenso wenig ihre Aufgabe, als woher Gold und Silber gekommen sind, oder warum es 56 Elemente, wenigstens zur Zeit, giebt. Ich hoffe, daß dies hinreichen wird, um die mechanischen Theorien, denen ich Eingang wünsche, von den kosmogonischen Ansichten Reil's zu unterscheiden, die ich nicht vertheidigen möchte. Gerade das Wesentlichste fehlt bei Reil, nämlich die Anerkennung einer in sich geschlossenen Reihe von Veränderungen und Processen, deren immanente Gesetzmäßigkeit allein, nicht aber deren transscendenter Ursprung etwa aus Form und Mischung jemals der Gegenstand der Naturwissenschaft werden kann.

Hieran schließt sich eine Bemerkung über den häufig gebrauchten Ausdruck, daß in dem Unlebendigen das Ganze seine Bedingungen in den Theilen, im Lebendigen die Theile die ihrige in dem Ganzen haben. Dies ist nach dem Angeführten richtig, aber nur nicht so, als wäre die Idee des Ganzen die bebewirkende Ursache für die Existenz und Qualität der Theile. Sie ist ganz einfach das bestimmende Muster, während die Ausarbeitung dieses Musters immer nur durch einen schon gegebenen Concurs von mechanischen Kräften gelingt. Dieses Muster aber kann in einigen wenigen Theilen als nothwendiges Resultat ihrer Gegenwirkungen präformirt sein, und daher kommt es, daß man es für ein ideelles Ganze, das dennoch als wirkende Kraft über dem entstehenden Einzelnen schwebt, ansehen konnte. Ein Beispiel. Die Gleichung einer Parabel bedingt gewiß nicht die Existenz einer Parabel. Und doch ist in der Gleichung der Parabel das Ganze ausgedrückt, ja, da sie unendliche Schenkel hat, ist sie sogar durch ihre Theile nie vollständig herzustellen. Soll sie aber wirklich entstehen, so muß der Zeichner hinzukommen, der die Lage der Abscissenlinie gegen den Plan der Zeichnung bestimmt, der auf ihr ferner den Anfangspunkt der Curve bestimmt, der endlich z. B. durch das Anhaften der Kreidemolecüle am Holze ihre Bahn beschreibt. Aber sobald der Zeichner nur einen unendlich kleinen Bogen der Parabel, gleichviel aus welchem Theile der Bahn gezeichnet hat, so ist die Lage aller übrigen Bogen und ihre Krümmung bestimmt. In ganz gleicher Weise braucht auch die Idee des Ganzen oder der Gattung, um sich zu verwirklichen, nur einen kleinen Stamm des Wirklichen, in welchem kraft der Gleichung seiner inneren Verhältnisse allem Uebrigen der Ort und die Art seiner Anlagerung bestimmt ist. Wir werden später bei der Krystallbildung die Consequenzen dieser Bemerkung ziehen; für jetzt genügt es, die methodische Forderung an jede Theorie zu stellen, daß sie uns nie von der Wirksamkeit einer abstracten Idee spreche, ohne jenen Keim, jenen Primitivstock der Massen anzugeben, durch welche ihre inneren Verhältnisse in mechanische Wirkungen umgewandelt werden.

Die großen Fehler solcher Ansichten, die alle aus der Verwechslung des Zwecks mit den Ursachen entstehen, scheinen nicht in gleichem Grade den Theorien zur Last zu fallen, welche ein Ideales zwar, aber nicht ein abstractes, sondern ein concretes, die Seele als Substanz zum Princip des Lebens erheben. Hier ist wenigstens etwas in der That Seiendes, welches eine Wirkung hervorbringen kann, und da der Seele überdies Ueberlegung und Wahl der zweckmäßigen Mittel zukommt, so schien die bewunderte Harmonie des Organismus sich leicht aus ihrer Wirksamkeit zu erklären. Allein andere Bedenken heben das Gute dieser Ansicht Stahl's wieder auf und führen auf mechanische

Grundlagen zurück. Die Erfahrung lehrt uns, daß die zweckmäßigen organisirenden Thätigkeiten des Lebens ohne unser Wissen und Willen geschehen, daß auch die meisten der zweckmäßigen Reactionen, die der Körper gegen äußere Schädlichkeiten ausübt, von dem überlegenden Verstande so schwer aufgefunden und begriffen werden, daß sie selbst für das wissenschaftliche Bewußtsein der Physiologen noch Räthsel oder Gegenstand des Streites sind. Wir würden mithin die zweckmäßigen Thätigkeiten, welche die bewußte Seele weder erfindet, noch begreift, der unbewußten Seele, der willenlosen, nicht wählenden Substanz der Seele zuschreiben müssen. Dies that Stahl. Allein Zweckmäßigkeit der Handlungen, deren Erklärung zu Liebe er dies that, wird uns ja nur, sobald sie nicht determinirte Consequenzen schon vorhandener Prämissen sein sollen, durch Bewußtsein, Ueberlegung, Wahl des Willens und Freiheit begreiflich; wo wir diese Bedingungen wieder hinwegnehmen, fehlt auch Alles, was uns über den Mechanismus hinausbrächte. Mag die Seele auch, sofern sie unbewußte Substanz ist, mit Theil haben an der Erzeugung zweckmäßiger Wirkungen, so unterliegt sie doch als solche Substanz immer den nämlichen mechanischen Voraussetzungen, die über jede andere bewußtlose Substanz, jede Materie gelten müssen. Wir werden einsehen, daß jede uns übrigens unbekannte Modification der Seelensubstanz die erste Prämisse sein muß, aus welcher, nur wenn sie mit einer zweiten Prämisse, irgend einem Zustande des Körperlichen in eine Beziehung des Grundes tritt, nunmehr mit vollkommen mechanischer Nothwendigkeit jene zweckmäßige Wirkung hervorgehen muß. Stahl's Ansicht beruht daher auf einer logischen Subreption, indem die Erklärlichkeit zweckmäßiger Actionen, die aus der Seele nur unter Voraussetzung ihrer Nota specifica, des Bewußtseins und Willens, folgt, auch dem Allgemeinbegriffe der Substanz zu Gute geschrieben wird, welchen die Seele mit den körperlichen Materien gemein hat. Insofern kann also eine bewußtlose Seele keine neuen theoretischen Principien zur Erklärung des Lebens einführen; daher würde es auch unangemessen sein, ein solches Princip, wo nicht die Erfahrungen selbst auf seine Mitwirkung hinweisen, was hier nicht der Fall ist, einzuführen, da der Begriff eines psychisch-physikalischen Mechanismus, der hier zu Grunde gelegt werden müßte, eine Schwierigkeit hervorbrächte, die hier ganz unnöthig ist. Vgl. hierüber III, 3. Aehnliche Ansichten sind nach Stahl in vielfachen Nüancirungen vorgetragen worden, meist, ohne daß man sich erklärte, unter welchen Bedingungen der Seele eine massenbewegende Kraft zukomme; denn daß diese nicht unbeschränkt, sondern an bestimmte Fälle geknüpft sei, leuchtet ein. Noch Treviranus[1]) hat behauptet, daß das Weizenkorn von seiner zukünftigen Blüthe träume. Sein eigener Zusatz: diese Träume mögen dunkel genug sein, und die stillschweigende Voraussetzung, daß es in der Natur der Träume liege, sich zu realisiren, entwaffnen hier die Kritik.

Wir müssen daher als die letzte methodische Forderung an jede Theorie diese aussprechen: daß man zwar die legislative Gewalt vorbestimmender Naturideen anerkenne, diese aber nie an sich, sondern nur insoweit für vollziehende Kräfte halte, als sie in den mechanischen gegebenen Bedingungen bereits materiell begründet sind; daß man ferner nie dunkle, traumhafte Zustände eines dunklen Seelenwesens für die Quelle der Helligkeit in den physiologischen Erklärungen ansehe, sondern zugebe, daß mit dem Hinweglassen des bewußten Willens auch für die Wirkungen eines solchen Princips die Forderung eines rigorösen Mechanismus wieder eintritt.

---

[1]) Gesetze und Ersch. des org. Leb. I. S. 16.

III. Die angeführten methodischen Forderungen müssen nun von jedem Versuche zu einer Theorie vorher entweder widerlegt und anerkannt werden, nach ihrer Anerkennung aber sollten auch alle Voraussetzungen vermieden werden, die ihnen zuwiderlaufen. Allein in der Discussion über diese Gegenstände pflegt vielmehr so verfahren zu werden, daß man diese allgemeinen Prämissen wohl zugiebt, ihnen aber a posteriori angebliche Thatsachen der Erfahrung entgegenhält, deren Erklärung nothwendig wieder auf die als unmöglich zurückgewiesenen Gedanken hinweise. Obwohl diese Taktik nicht besser berechtigt ist, als die eines Mathematikers, der nur ein einziges Mal um die Vergünstigung bäte, die Radien eines Kreises ungleich annehmen zu dürfen, worauf sich dann Vieles überraschend leicht erkläre, so würden doch die hier angeführten Ansichten wenig Ueberredungskraft besitzen, wenn es nicht nachzuweisen gelänge, daß solche Thatsachen der Erfahrung nicht vorliegen, sondern durch Beobachtung und willkürliche Deutung erst entstanden sind. Zwei Parteien hauptsächlich verfälschen die Erfahrungen. Für die eine giebt es gar keine specifischen Bestimmungen der Dinge, oder sie legt diesen wenigstens gar keinen Werth bei, sondern hebt vorzugsweis das allen Gemeinschaftliche hervor und gelangt daher immer zu so leeren Abstractionen, daß aus ihnen rückwärts nichts Einzelnes erläutert werden kann. Die andere Partei glaubt mehr die Verschiedenheiten als die Aehnlichkeiten der Dinge berücksichtigen zu müssen und verliert darüber oft die höhere Einheit derselben, so daß sie specielle Erscheinungen, die nur aus verschiedenen Benutzungsweisen der nämlichen mechanischen Grundgesetze hervorgehen, auf ganz verschiedene Grundgesetze zurückführen zu müssen glaubt. Eine dritte Partei muß sich nun bilden, welche ebenso sehr Aehnliches als Unähnliches berücksichtigend, zu zeigen hat, daß die ungeheueren Unterschiede, die zwischen Belebtem und Unbelebtem allerdings stattfinden, zwar einen großen Werth für die Idee der Dinge haben, indem sie den Erfolg bestimmen, durch dessen Gestalt die Idee repräsentirt wird, daß sie aber dennoch nur Resultate verschiedener Anwendungen der gleichen allgemeinen Gesetze sind.

1. Betrachten wir zuerst die chemische Constitution organischer und unorganischer Körper, so ließ sich vorher erwarten, daß die Natur zur Herstellung des biegsamen zu vielfachen Entwicklungen bestimmten lebendigen Leibes ganz andere, eigenthümliche Massen verwenden mußte, als zu den starren Gebilden des unlebendigen. Man hat früher einen Unterschied darin gefunden, daß lebendige Körper ternär und quaternär, unlebendige binär verbunden seien, und hieraus den Schluß gezogen, daß im organischen Körper eine besondere Lebenskraft die Gesetze der chemischen Affinität theilweis aufhöbe oder modificirte. Was zuerst die Richtigkeit der Angabe selbst betrifft, so hat darüber die Zeit wohl entschieden, und wir wissen, daß nicht bloß in den organischen Körpern sich ternäre Combinationen bilden. Allein auch zugegeben, daß der Thatbestand rigorös wäre, und ternäre Verbindungen absolut nur im Lebendigen vorkämen, so hätte doch jede besonnene Physiologie hieraus nur das Problem zu ziehen, durch welche Umstände es wohl geschehe, daß die Bildung solcher Combinationen gerade im organischen Körper so außerordentlich erleichtert werde. Hier aber bereits Halt zu machen, und die ternären Combinationen anderen Gesetzen zuzuschreiben, als die binären, eine solche Ansicht kann ich mit Lehmann[1]) nur als ein hemmendes Blei betrachten, das der weitern Forschung angehängt wird. Ehe man zu neuen, unbegreiflichen Principien seine Zuflucht nimmt, hat man offenbar auf sich die Last des Beweises, daß das zu Erklärende aus

[1]) Taschenbuch der Chemie. 2te Aufl. Lpz. 1842. S. 190.

den ſonſt gültigen Principien nicht folgen könne. Niemand kann aber bei der jetzigen Ausbildung der chemiſchen Theorie einen ſolchen Ausſpruch wagen, daß nicht die nämlichen Affinitätsgeſetze, die unter einigen Umſtänden zu binären Verbindungen führen, unter anderen auch zu ternären führen könnten. Allerdings können wir auch den Beweis dafür nicht liefern, allein dieſen giebt die Erfahrung, indem ſie die Entſtehung ternärer Producte unter Bedingungen zeigt, wo der Einfluß jeder Lebenskraft eliminirt iſt. Das Leben unterſcheidet ſich alſo von dem Unlebendigen durch die vorzugsweiſe Benutzung einiger chemiſcher Affinitätsverhältniſſe, dagegen durch die Vermeidung anderer, und zwar wohl deßwegen, weil bei allen binären Verbindungen verhältnißmäßig zu eclatante Wirkungen auftreten, die in dem lebendigen Körper, wenn es ein ungeſtörtes, latentes Wirken der bildenden Kräfte geben ſollte, verhütet werden mußte. Ebenſo wenig können wir nach den genauen Nachweiſungen Lehmann's[1]) dem lebendigen Körper noch die Fähigkeit zuſchreiben, chemiſche Elemente in einander umzuwandeln, vielmehr hat wenigſtens im thieriſchen Körper der ganze Chemismus einen äußerſt geringen Spielraum. Einen unwiderleglichen Beweis für die regulirende und herrſchende Macht der Lebenskraft hat man darin gefunden, daß die Miſchung der organiſchen Stoffe ſich nur unter ihrem Einfluß erhalte, nach dem Aufhören der Lebenskraft aber den Geſetzen der binären Verwandtſchaft zu folgen beginne. Die Erfahrung ſagt davon kein Wort. Sie zeigt uns nur, daß eine gewiſſe chemiſche Conſtitution zuſammengehöre mit den Erſcheinungen des Lebens, eine andere mit dem Mangel dieſer Erſcheinungen. Hieraus können wir zwar den obigen Schluß ziehen, aber mit eben dem Recht auch umgekehrt behaupten, daß das Leben aufhöre, ſobald durch irgend einen Umſtand die chemiſche Conſtitution des Körpers geſtört werde und die binären Verwandtſchaften das Uebergewicht erlangen. Da nicht alle Theile des Körpers gleich unentbehrlich für die Aeußerung des Lebens ſind, ſo kann eine unbedeutende chemiſche Zerſetzung im Innern längſt das Aufhören des Lebens bedingt haben, ehe die Fäulniß nach außen bemerklich wird. Auch ſehen wir, was aus dem nämlichen Grunde erklärlich iſt, daß die Decompoſition der Theile nicht immer auf das völlige Aufhören des Lebens wartet, ſondern in manchen Krankheiten theilweis noch während deſſelben eintritt. Wenn ein Glied, vom Leibe gelöſ't, fault, ſo kann man dies allerdings auch dem mangelnden Einfluß der Lebenskraft zuſchreiben; allein gleichzeitig ſind faſt alle mechaniſchen Bedingungen verändert; die Arterien führen keine erſetzenden Beſtandtheile zu, die Venen keine verbrauchten Maſſen ab. Wie würde man nun in der Phyſik es nennen, wenn Jemand bei der Erklärung einer Erſcheinung ſo auffällige Thatſachen, welche die Erklärung ſelbſt darzubieten ſcheinen, völlig ignorirte, um ſeine Erklärung an etwas zu knüpfen, was gar nicht in die Erfahrung fällt? Offenbar hat auch hier jede Theorie der Lebenskraft die Laſt des Beweiſes zu tragen, daß dieſe Umſtände nichts erklären; erſt dann iſt es methodiſch erlaubt, ſich nach einem andern Princip umzuſehen. Nun aber, bei dieſer Zweideutigkeit der Erfahrung, iſt es überdies theoretiſch unmöglich, daß eine Kraft, die nicht ſchon an beſtimmte Maſſen gebunden wäre, auf die Geſetze einer andern Kraft einwirkt. Nur dann, wenn ein durch beſondere Eigenſchaften bemerklicher Stoff der hauptſächlichſte Träger des Lebens wäre, könnte dieſer durch ſeine überwiegenden chemiſchen Verwandtſchaften auch die Affinitäten der übrigen Theile beherrſchen und ſie in einer beſtimmten Combination feſthalten. So iſt es eine mögliche Hypotheſe, daß, wie die Wärme die chemiſchen

[1]) Phyſiolog. Chemie. 1 Thl. Lpz. 1842.

Affinitäten mächtig regulirt, so auch ein anderes imponderables Princip, so lange es von den Nerven aus auf die Theile wirkt, die binären Verwandtschaften hemmt, ternäre begünstigt, oder die letzten so zusammenhält, wie das Wasser die zersetzungsbegierigen Bestandtheile mancher Säuren. Oder das nämliche Princip könnte mechanische Aggregatzustände hervorbringen, welche der Auflösung des Körpers namentlich in flüssige und gasige Bestandtheile entgegenstehen. Alles dies sind mögliche, wenn auch, wie sich später zeigen wird, unnöthige Hypothesen; aber dies ist nicht Lebenskraft, nicht zweckmäßig hanthirende, die chemischen Gesetze verändernde Dynamis, sondern ein bestimmter Stoff, der unter denen, die dem Leben dienen, vergleichungsweise die Stelle der Kraft, gegenüber der Last, einnimmt, und durch seine mechanischen Eigenschaften ein Gegengewicht gegen das Streben der gewöhnlichen chemischen Affinitäten bildet. Auch insofern finden wir also nur specifische Benutzung der allgemeinen Gesetze durch eine besondere Verflechtung der äußeren Bedingungen. Eine andere Reihe von Gründen für die Eigenthümlichkeit der Lebenskraft, hat man aus den Verschiedenheiten der Krystallisation und der organischen Gestaltbildung gezogen. Beide Processe identificiren zu wollen, ist überhaupt eine üble Intention und wir müssen es E. H. Weber[1]) Dank wissen, die bedeutenden Unterschiede, die zwischen ihnen stattfinden, geistreich und nachdrücklich hervorgehoben zu haben. Doch kann ich meinem berühmten Lehrer nicht in allen Schlüssen beistimmen, die er daraus zieht; es scheint mir vielmehr, als wären auch diese beiden Processe, deren große Unterschiede allerdings viele Bedeutung für die Zwecke, welche der organische Körper im Gegensatz zum Krystall erfüllen soll, besitzen, doch nur als verschiedene Combinationsformen der nämlichen allgemeinen Kräfte anzusehen. Die verwickeltere Zusammensetzung organischer Massen und ihr feuchter Zustand machen wohl von selbst alle Krystallisation in unveränderlichen geraden Flächen unmöglich: allein die krummen oft immensurablen Linien des Organismus sind doch, wie uns die krummflächige Krystallisation des Diamanten und der muschlige Bruch vieler compacten Mineralien zeigt, keine Verhältnisse, die an sich nicht auch durch unorganische Kräfte realisirt werden könnten. Werden doch auch krummlinige Bewegungen auf Conflicte gerader zurückgeführt. Es kann sich also nur noch nach den bestimmten Bedingungen fragen, um derenwillen die Curven bei den Organismen vorherrschen und fast nur im Pflanzenreich einzelne geradlinige Begrenzungen auftreten. Auch daß der Krystall homogene, der Organismus heterogene Substanzen vereinigt, ist wichtig; aber es lehrt doch nur, daß man Unrecht hatte, den letztern überhaupt mit Krystallen zu vergleichen, denen vielmehr nur seine homogenen Grundtheilchen entsprechen, während er selbst den größeren Zusammenhäufungen verschiedener Mineralien entspricht, die ihrerseits ebenfalls gewisse bestimmte Lagerungsverhältnisse zeigen. Daß im Körper eine und dieselbe Masse, wie Knochensubstanz, ganz verschiedene Formen annimmt, während die des Krystalls nur in wenigen, geometrisch analogen, wechselt, ist wahr, allein rücksichtlich größerer Zusammenhäufungen finden sich auch bei Krystallen verschiedene, bald stenglige, bald dendritische, bald strahlige oder sternförmige Arten der Efflorescenz und Zusammenordnung.

Geben wir indessen alle diese Unterschiede zu, so scheinen wir doch nicht in gleicher Weise genöthigt, auch den Satz zuzugeben, daß im Krystalle die Form des Ganzen aus den Formen der einzelnen Theile, im Organismus

[1]) Hildebrandt's Anatomie I.

dieſer Theile und aus dem Bildungsgeſetze des Ganzen hervorgehe. Betrachten wir einen Schneekryſtall, ſo fragt ſich, warum in den Zwiſchenräumen der Strahlen das gefrierende Waſſer ſich zurückgezogen hat, um die Verlängerung der Strahlen zu bilden? Offenbar muß hier der Ort, wo die ſpäter hinzutretenden Theile ſich anſetzen ſollen, dieſen bereits durch die ſchon beſtehenden Theile des Kryſtalls beſtimmt ſein. Nur von dieſen erſten Theilen können wir ſagen, daß ſie ſich zufällig, z. B. um eine hineingeworfene Subſtanz, angelagert haben; ſo wie aber dieſe erſte Combination entſtanden iſt, enthält ſie bereits das Geſetz des Ganzen in ſich, und verhindert die übrigen Theile, ſich zufällig, vielleicht in die Zwiſchenräume der Strahlen einzufügen. Wir werden das Nämliche von jedem Kryſtalle behaupten müſſen, überall wird die letzte Geſtalt deſſelben nicht bloß der Effect aller einzelnen Theile ohne Unterſchied ſein, ſondern dadurch hervorgebracht werden, daß ſich durch die erſte Combination einzelner Molecüle ein Geſetz des Ganzen bildet, welches die Richtung und die Menge des ſpätern Anſatzes durch mechaniſche Kräfte beſtimmt. Der wahre Unterſchied der Kryſtalliſation und der organiſchen Geſtaltbildung liegt daher nur darin, daß jener Primitivſtock, die erſte Combination, bei Kryſtallen, die ſich aus einer gleichmäßigen Auflöſung bilden, nur zufällig entſtehen kann, weil hier unter gleichen äußeren Bedingungen kein Theil der Flüſſigkeit die Prärogative haben kann, das Centrum des Anſatzes zu werden. Daher zögert die Kryſtalliſation unbewegter Flüſſigkeiten ſo lange und wird nur durch irgend eine zufällige Ungleichheit der Temperatur, der Verdunſtungsſtrömungen u. ſ. w. veranlaßt. Bei dem organiſchen Körper dagegen iſt die Bildung jener erſten Combination nicht ſolchen Zufällen überlaſſen, ſondern durch den Proceß der Gattung im Keime gegeben; was bei Kryſtallen erſt wird, das Geſetz des Ganzen, iſt in den Molecülen des Keimes bereits vorhanden. Wer theoretiſch die Möglichkeit einer generatio aequivoca zugiebt, wird alſo die Sache ſich folgendermaßen denken können. An und für ſich iſt es nicht unmöglich, daß auch die Keime der complicirteſten Organismen zuweilen von ſelbſt in den zur Entwicklung nothwendigen Dispoſitionen ſich zuſammenfänden; allein nicht nur wächſt mit der höhern Ausbildung die phyſikaliſche Unwahrſcheinlichkeit, ſondern es tritt aus anderen ſpeculativen Rückſichten noch das Bedenken hinzu, daß, unter der Vorausſetzung des Univerſum als eines organiſchen Ganzen, wir auch annehmen müſſen, die Entſtehung eines Geſchöpfs ſei um ſo weniger den phyſikaliſchen Einflüſſen überlaſſen, je größer ſeine ideale Bedeutung für das Ganze iſt. Wenn es auch die Erfahrung zweifelhaft ließe, ob Menſchen durch generatio spontanea entſtänden, ſo würde doch jede vernünftige Weltanſicht den Glauben perhorresciren, indem ſie als nothwendig vorausſetzte, daß für die Erzeugung eines ſolchen Geſchöpfes eine geſetzmäßigere, beſchränktere Veranſtaltung ſtattfinden müſſe, als der bloße Zufall des Gegeneinandertreibens der Elemente. Für die einfacheren Geſtalten der Protophyten und Protozoen würde dagegen die Verſchiedenheit der abgeleiteten Kryſtallformen, die wir uns aus einem Unterſchied in der zuerſt entſtandenen Combination ableiten könnten, eine Analogie darbieten, ſo daß auch dort aus ähnlichen Materien nach der Verſchiedenheit ihrer zufällig angenommenen Dispoſitionen bald Thiere, bald Pflanzen entſtänden. Die Erfahrungen ſprechen indeß wenig für die generatio aequivoca, und ſo kann es wohl als unterſcheidendes Kennzeichen des Unorganiſchen und Organiſchen gelten, daß in jenem der Keim der Geſtalt zufällig von Neuem wird, während er in

dieſem immer durch einen zweckmäßigen Nexus mechaniſcher Bedingungen in dem Proceß der Gattung erzeugt und fortgepflanzt wird.

Was die Einfachheit der Kryſtalle und die verwickelte Geſtalt des Organiſchen betrifft, ſo kann allerdings die Vergleichung eines Kochſalzwürfels mit einem Menſchen die Unmöglichkeit nach gleichen Geſetzen wirkender Kräfte in beiden wahrſcheinlich machen. Wenn man indeſſen verwickelte Zwillingskryſtalle mit den einfachen Geſtalten der Hydra, des Seeſterns, der Chara vergleicht, ſo wird man aus der äußern Form nur auf die nämlichen Geſetze ſchließen können, und die vollkommene Regelmäßigkeit in der mathematiſchen Anordnung der inneren Theile wird zwar weit ausgebildetere, aber dem Weſen nach die nämlichen Geſetze vermuthen laſſen, nach denen die Spaltungsebenen der Kryſtalle beſtimmt werden. Auch hinſichtlich der Symmetrie der Theile ſtehen dieſe einfachſten Geſtalten des Organiſchen den Kryſtallen nahe. Wir unterſcheiden an ihnen am häufigſten nur Ober- und Unterfläche, deren Verſchiedenheit wohl ſelten viel von der Verſchiedenheit des freien Endes der Kryſtalle und ihrer Aufwachſungsfläche, rückſichtlich der Art der Formbildung abweicht.

Daß im lebenden Körper häufig neben oder in einander liegende Theile ſich gleichzeitig bilden, und noch ehe ſie ſich berühren, ſchon beſtimmte Lagen gegen einander annehmen, ſcheint mir nicht zu beweiſen, daß ihre Bildung unabhängig von mechaniſchen Gegenwirkungen bloß aus dem Bildungsgeſetze des Ganzen folge. Wenn z. B. in der Keimſcheibe ſich gleichzeitig an verſchiedenen Enden die Anſätze künftiger Organe als Erhöhungen oder Vertiefungen markiren, ſo iſt doch zwiſchen ihnen nicht Nichts, ſondern die Continuität der übrigen Keimfläche, deren Verbleiben auf demſelben Niveau ebenſowohl ein mechaniſches Factum iſt, und in welcher ſich eine Menge mechaniſcher Beziehungen durchkreuzen können, ohne für die Beobachtung bemerklich zu werden. Alle unſere bisherige Entwicklungsgeſchichte iſt auf die Ausſage des einzigen Geſichtsſinns gegründet; er kann hier ſo wenig wie bei den Klangfiguren den mechaniſchen Zuſammenhang da verfolgen, wo ſeine Wirkung nicht in verſchiedener Färbung oder Geſtalt beſteht. Zerſchneidet man den Keim, ſo hört auch die correſpondirende Entwicklung entfernter Theile auf. Man kann auch dies auf eine Störung der Lebenskraft ſchieben; allein je mehr ſolche grob mechaniſche Einflüſſe im Stande ſind, ſie zu ſtören, deſto mehr nähert ſie ſich auch wieder dem, was ſie wirklich iſt, nämlich der Reſultante aus mechaniſchen Einzelkräften, die durch jede Veränderung der executiven Maſſen verändert wird.

Nicht überredender ſcheinen mir die Gründe für eine teleologiſch wirkende Lebenskraft, die aus der Abänderung der geſammten Bildung nach äußeren ſtörenden Einflüſſen hergenommen ſind. Der Kryſtall ſoll zwar in ſeiner Bildung geſtört, aber nicht zu harmoniſcher Abänderung ſeiner Geſtalt beſtimmt werden können, der Organismus aber ändere ſeinen Plan zweckmäßig nach den Umſtänden ab. Gegen beide Theile des Satzes muß ich mich erklären. Das Erſte wiſſen wir nicht mit Beſtimmtheit. Ein ſchon feſter Kryſtall kann freilich ſeine Geſtalt vermöge ſeiner Starrheit nicht ändern, ſelbſt wenn er, ebenſo wie der Leib, ein zweckmäßiges Beſtreben dazu hätte. Wenn aber im Act der Kryſtalliſation ſelbſt ein Hinderniß die Ausbildung einer Ecke hemmt, ſo wiſſen wir gar nicht, ob nicht hierin gerade einer der Umſtände liegt, welcher die kryſtalliſirende Subſtanz bewegt, lieber die ganze, in ihrer Integrität nicht zu vollendende Geſtalt aufzugeben, und dafür in einer unter den gegebenen Umſtänden vollſtändig realiſirbaren secun-

dären Form zu kryſtalliſiren, in der die unmöglich gewordenen Ecken gar nicht vorzukommen brauchen. Allerdings finden ſich nun in der Natur auch wirklich mangelhafte Kryſtalle; aber auch nicht alle Mißgeburten zeigen Compenſationsbeſtrebungen. Was das Zweite betrifft: wenn in einem lebenden Keime die normale Entwicklung gehindert wird, ſo iſt nicht zu beweiſen, daß die zweckmäßigen Abänderungen nicht auch reine Reſultate der veränderten Bedingungen ſein könnten, ſo wie die ſecundären Geſtalten eines Kryſtalls, oder die verſchiedenen Abtheilungen, die ſich in einer Saite bei Fixirung verſchiedener Punkte von ſelbſt bilden. Die Zweckmäßigkeit kann hier nicht entſcheiden, denn nicht nur kann ſie recht wohl ſelbſt Reſultat der zweckmäßigen normalen Verhältniſſe ſein, die durch geringe Störungen nicht vollſtändig in unzweckmäßige umgewandelt werden, ſondern es iſt überhaupt noch die Frage, ob man viele dieſer Abänderungen zweckmäßig nennen ſoll. Wenn in einer Mißgeburt Formfehler einmal ſo groß ſind, daß ein vernünftiges der Idee der Gattung gemäßes Leben nicht mehr erreicht werden kann, ſelbſt durch jene Abänderungen des Bildungsganges nicht, wie kann man da wohl etwas Zweckmäßiges darin ſehen, wenn die bildenden Kräfte nun doch fortwirken, obwohl der Zweck ihres Wirkens längſt unwiederbringlich verloren iſt? Wenn einem Fötus einmal das Gehirn fehlt, ſo wäre für eine freiwählende Kraft das einzige Zweckmäßige dies, ihre Wirkungen einzuſtellen, da ſie dieſen Mangel nicht compenſiren kann. Darin aber, daß die bildenden Kräfte durch ihr Fortwirken dazu beitragen, daß ein ſo völlig unzweckmäßiges und elendes Geſchöpf auf eine der Idee der Gattung widerſtreitende Weiſe eine Zeitlang exiſtiren kann, darin ſcheint mir im Gegentheil ein ſchlagender Beweis dafür zu liegen, daß die Zweckmäßigkeit des letzten Erfolgs immer von einer Dispoſition rein mechaniſch determinirter Kräfte herrührt; deren Ablauf, wenn er einmal eingeleitet iſt, ohne Beſinnung und Rückſicht auf ſein Ziel genau ſo weit dem Geſetze der Trägheit nach vor ſich geht, als ihm nicht ein Widerſtand entgegengeſetzt, oder die dienenden Mittel entzogen werden. Ein natürliches Gefühl würde ſich nicht ſo vor Mißgeburten entſetzen, wenn es in ihnen zweckmäßige Beſtrebungen, doch wenigſtens Etwas zu bilden, bemerkte; das Grauen rührt daher, daß hier der Mechanismus ſich emancipirt und losgeriſſen von ſeiner Naturidee mit der beſinnungsloſen Emſigkeit der Nothwendigkeit fortarbeitet.

Dieſe Analyſe des Thatbeſtandes zeigt uns, daß weder in der Miſchung, noch der Geſtaltbildung des Organiſchen Facta vorliegen, welche verböten, den Organismus als das Reſultat mechaniſcher Kräfte, die auf eine beſtimmte Weiſe combinirt ſind, aufzufaſſen. Vielleicht indeſſen, daß der bereits ausgebildete Körper in den Verhältniſſen ſeiner Gegenwirkungen nach außen ſo beträchtlich vom Unorganiſchen abweicht, daß wir dennoch transſcendente Lebenskräfte annehmen müſſen. Wir wollen dies jetzt prüfen.

2. Aus eigenem Antrieb würde ich den Organismus gewiß nicht eine Maſchine nennen. In unſeren Kunſtproducten, denen dieſer Name gehört, ſind wir, denen die Naturkräfte nicht von ſelbſt gehorchen, genöthigt, durch Hebel, Schrauben, Stangen und Seile das zu bewirken, was in der Natur auf viel freiere und großartigere Weiſe durch die unſichtbaren Feſſeln und die unhörbaren Gebote der Grundkräfte realiſirt wird. Daher klebt der Begriff einer gemachten, armſeligen Künſtlichkeit der Vorſtellung der Maſchine an. Da aber die Gegner dieſer Anſichten mir dieſes Wort doch unterſchieben würden, ſo will ich es lieber gleich ſelbſt brauchen, und ſehen,

ob die Wirkungen im Körper sich durchaus von den Gesetzen der Maschinenwirkungen unterscheiden.

Man hat wohl sonst häufig gesagt, daß der Körper, wenn er auch mechanisch wirke, doch mindestens eine sich selbst in Bewegung setzende, sich selbst aufziehende Maschine sei. Noch Treviranus bemerkt, der Mechanismus zehre sich durch seine Wirkungen auf, der Organismus habe sein Bestehen durch die ihm eigene Wirksamkeit. Indessen im Angesicht der Gestirne, die in ihrem wechselvollen mechanischen Lauf nie zur Ruhe kommen, sondern in der That ein Triebwerk darstellen, das sich selbst aufzieht, indem jeder Stern an seinen vorigen Ort gekommen, auch genau seine vorige Richtung und Geschwindigkeit wieder gewinnt, im Angesicht der Thatsache ferner, daß gerade allen lebenden Wesen ein Ziel gesetzt ist, das sie nicht zu überschreiten vermögen, werden wir wohl zugeben müssen, daß gerade das Gegentheil jener Ansicht durch die Beobachtung gelehrt wird. Wo in der Natur Grundkräfte frei wirken, da rufen gerade die einfachsten mechanischen Verhältnisse jenes sich selbst erhaltende Bewegungsspiel eines perpetuum mobile hervor, während die organischen Körper nicht solchen freien Mechanismen der Natur, sondern den Maschinen der Kunst ähnlicher sind, da sie fortwährend eines neuen Ersatzes und Anstoßes ihrer Bewegung bedürfen. Wie Uhren Tage, Monate, Jahre lang gehen, so läuft das Triebwerk der menschlichen Maschine in 70 Jahren und darüber ab, und nie hat es jene angebliche Fähigkeit, sich selbst aufzuziehen. Im Gegentheil gehören die günstigsten Bedingungen schon zu einem nur so langen Ablauf. Während dieser Zeit selbst ist aber der Organismus nicht unabhängig vom Aeußern; seine Triebkraft würde vielmehr sehr schnell erlöschen, wenn sie nicht von außen neu angeregt würde. Auf zwei Weisen ist dafür gesorgt. Die Pflanzen bedürfen zu ihrer Entwicklung nur Luft, Licht, Feuchtigkeit und Erdboden; sie wurzeln in dem letztern und strecken ihre Zweige in die Luft; diese allgemeinen Bedingungen ihres Lebens entfliehen ihnen nicht leicht, und so werden sie, selbst ganz unthätig dabei, ohne Umstände durch den Wechsel der äußeren Einflüsse aufgezogen. Fehlen diese in ungewöhnlichen Fällen, so können die Pflanzen ihren Mangel durch keinen innern Impuls ersetzen, sondern gehen ein. Die Bedürfnisse der Thiere sind theilweis verwickelter. Protein, Fett und Zuckerstoffe sind keine überall gegenwärtigen Naturelemente; sie müssen aufgesucht werden. Nun könnten wir uns zwar denken, daß sie den Thieren durch mechanische Attraction zugeflogen kämen, allein die Natur hat einen andern Ausweg in der Mitgabe der thierischen Seele gefunden. Sie ist es, der die Mängel des Mechanismus kund werden, und die für ihre Befriedigung sorgt, indem sie einen Theil der mechanischen Kräfte willkürlich zur Befriedigung der Triebe verwendet. Man nehme dem thierischen Körper Sinne und Empfindung, so wird der Leib allmälig zerfallen, weil er als Maschine sich keineswegs allein aufziehen kann. Man sollte deßwegen die zweckmäßige, schöpferische, organische Kraft nicht zu sehr vergöttern; der lebende Körper leistet dem Principe nach nicht mehr als jede Maschine, und ist der allmäligen Aufzehrung und allen Mängeln derselben ohne willkürliche Abwehr unterworfen; die Fortdauer seiner Entwicklung wird ihm nur durch die harmonischen Einwirkungen des Aeußern, oder durch ein dem Körperlichen völlig fremdes Princip, die Seele, dargeboten. Dies gilt auch von den niedersten Thieren; denn je weniger ihre Seele ausgebildet erscheint, desto mehr finden sie sich auch, wie die Pflanzen, unter Bedingungen gestellt, die ihnen fortwährend die Gegenwart hinlänglicher Lebensreize sichern.

Man hat, wie Henle[1]) dies ausdrückt, die organische Kraft dadurch von allen physischen zu unterscheiden geglaubt, daß sie sich ohne Verlust ihrer Intensität theilen und auf mehre Stoffe übertragen lasse. Dachte der geistreiche Beobachter nicht daran, daß genau das Nämliche bei dem Magnete stattfindet, dessen Kraft ohne Schwächung auf viele Eisenstäbe sich verpflanzen läßt, so daß diese die nämliche polare Form der Wirkung zeigen? Daß umgekehrt, namentlich bei einigen niederen Thierklassen, der Act der Fortpflanzung eine tödtliche Erschöpfung der Kräfte herbeizuführen scheint? Auch Joh. Müller ist in diese Ideen eingegangen; es scheint mir jedoch, als fasse man so überhaupt die Erscheinungen zu massenhaft in eine Abstraction zusammen. Kräfte werden überhaupt in der Natur nicht von Stoff zu Stoff mitgetheilt, sondern nur Geschwindigkeiten und überhaupt Veränderungen, oder einzelne diffusible Fluida. Was bei der Uebertragung des Magnetismus vorgeht, wissen wir so genau nicht; die Lebenserscheinungen aber bieten hier, wie ich glaube, gar keine wirkliche Schwierigkeit. Aus dem mütterlichen Körper wird anfänglich verhältnißmäßig nur ein unbedeutender Antheil von Masse, das Eichen, entfernt, dessen Entwicklungsfähigkeit nur auf einer bestimmten Anordnung seiner Theilchen beruht, und gar keine Uebertragung einer noch besonders belebenden Kraft bedarf. Da das Eichen mit dem mütterlichen Körper in gar keiner so nahen Verbindung stand, daß er irgend einen erheblichen Antheil zu der Größe seiner lebendigen Leistungen geben konnte, so wird auch seine Ablösung nicht nothwendig mit einer Verminderung der Lebenskraft im mütterlichen Körper verbunden sein. Aber die Ablösung selbst, die Befruchtung und weitere Ernährung des Eichens geschieht bei vielen Thieren nur durch bedeutende, wiederholte Anstrengungen und Bewegungen; da sehen wir aber auch, wie diese Erschütterungen der älterlichen Organismen auf deren Lebenskraft einen ganz außerordentlichen Einfluß ausüben, indem durch sie Theile consumirt werden, die wirklich einen Beitrag zum Leben der Aeltern abgaben. Die Lebenskraft eines so ausgestoßenen Keimes verhält sich aber zu der der Aeltern, wie ein Differential zu einer endlichen Größe; vergleicht man freilich später die Summe der Muskelkräfte einer Generation mit denen des Aelternpaars, so hat allerdings die Größe der Leistung, d. h. die Lebenskraft, ungeheuer zugenommen, aber wodurch? Nicht durch eine Theilung der Lebenskraft der Aeltern, sondern dadurch, daß die Kräfte des Keimes sich wie eine Lawine vergrößern, indem die Vereinigungsform der Theile hier zu einem Gesetz für die successive Anlagerung neuer ergänzender Massen wird. Der Keim stärkt sich, nicht indem er die Kräfte der Aeltern, sondern indem er die der unbelebten Natur in sich hineinzieht, und sich dienstbar macht. Dies ist aber kein Uebertragen einer Lebenskraft auf diese Stoffe der äußern Natur, sondern nur die Uebertragung einer bestimmten Vereinigungsform, so daß die Lebenskraft, anstatt sich ohne Intensitätsschwächung auf verschiedene Theile zu übertragen, vielmehr durch die Zusammenfassung verschiedener Massen in dieselbe Form eine Intensitätserhöhung erfährt. Ueberlegt man im Speciellen diese wirklichen Verhältnisse, so wird man nicht recht begreifen, wo hier diese so vielfach besprochene Dunkelheit herrührt; sie geht gewiß nicht aus der Natur der Sache hervor, sondern eben aus der falschen Voraussetzung einer einzigen wirkenden Lebenskraft, von der sich dann allerdings

[1]) Allgem. Anat. S. 218.

nicht einsehen ließ, wie sie verschiedene Geschöpfe hervorbringen sollte, ohn bei jeder neuen Production abzunehmen.

Noch einen andern Unterschied der organischen Kraft von der physischen findet Henle darin, daß sie den Wechsel der Bestandtheile des Körpers überdaure, und daher nicht die Summe oder das Product der Kräfte der einzelnen Bestandtheile sein könne. Auch dies ist kein genauer Ausdruck der Erfahrung. Aus ihr wissen wir erstens gar nichts davon, daß eine organische Kraft sich im Wechsel der Bestandtheile erhalten, sondern nur daß die Form des Körpers und die Summe seiner Lebenserscheinungen während dieses Wechsels sich nicht auffallend verändern. Gewiß aber wird Henle nicht behaupten können, daß dieser Wechsel für die Form und die Intensität der Lebensfunctionen ohne allen Einfluß sei, wir finden im Gegentheil, daß er oft die gefährlichsten Schwankungen in beiden herbeiführt, wenn wir auch das nähere Gesetz der Proportionalität zwischen ihm und seinen Effecten nicht kennen. Man kann ferner nicht so allgemein sagen, die Lebenskraft überdaure den Wechsel »der Bestandtheile«, sondern sie überdauert den Wechsel einiger, während die anderen ihr noch einen Stützpunkt darbieten; das Leben ginge aber zu Grunde, wenn alle Bestandtheile gleichzeitig und mit derselben Intensität wechseln wollten. Ein solches Verhalten aber ist sehr einfach und ähnlich dem Gleichgewicht eines Tisches, der zwar eigentlich vier Beine hat, aber auf dreien ruhen kann, und somit den Wechsel einzelner Beine, aber nicht aller, überdauert. Dagegen lehrt dieses wenn auch triviale Beispiel noch mehr. Wenn nämlich der Tisch sich auch noch im Gleichgewicht erhält, so ist es doch jetzt ein labiles geworden; denn eine Last, die die ununterstützte Ecke trifft, wird den Tisch zu Falle bringen, was sie vorher nicht vermocht hätte. Mag daher über dem Wechsel der Bestandtheile die allgemeine Form der Gestalt und der Ablauf der Lebenserscheinungen im Ganzen sich erhalten, so wird doch die eventuelle Resistenzkraft des Körpers Schwankungen unterworfen sein, und immer wird sich die Totalität des eben vorhandenen Lebens als das Resultat aller zur Zeit der Beobachtung gegebenen Bedingungen darstellen. Daß diese Bedingungen veränderliche sind, kann an sich kein Gegengrund gegen mechanische Ableitung sein; ändert sich nicht auch die Schwere mit den Entfernungen, oder sollen wir die Bewegung und die Gestalt eines Wasserstrudels einer organischen Kraft zuschreiben, weil veränderliche Wassertheilchen successiv die sich gleich bleibende Form seiner trichterförmigen Wandung bilden? Daß nun die Lebenskraft Summe oder Product der Kräfte der Theilchen sein solle, dies verlangt wohl Niemand, sondern nur eine Function irgend welcher Art soll sie davon sein. Wenn wir uns erinnern, daß schon die Diagonale des Parallelogramms der Kräfte nur in einem einzigen Falle, wenn beide Seitenkräfte einerlei Richtung haben, in die Summe beider übergeht, wenn wir ferner bedenken, wie vielfältig die oben bei der Reizbarkeit erwähnten Zusammenstellungen einzelner Kräfte sein können, so werden wir natürlich nur verlangen, daß die Lebenskraft in irgend einer, vielleicht sehr verwickelten Functionsform den einzelnen Kräften proportional sich verändere. Wer hier voraussetzen wollte, daß sie der Summe der Molecüle, also dem Gewichte des Körpers gemäß wachse, würde nicht genauer verfahren, als der, welcher die Resultante zweier Seitenkräfte bloß aus ihren Geschwindigkeiten und ohne Rücksicht auf den Winkel, den sie bilden, bestimmen wollte.

3. Die bisherigen Bemerkungen sollten die Meinung widerlegen, als

entsprächen die Verhältnisse, die sich zwischen der organischen Kraft, ihren Massen und ihren äußeren Sollicitationen vorfinden, nicht jenen allgemeinen Gesetzen, die wir über die nämlichen Verhältnisse physikalischer Kräfte festhalten müssen. Noch eine Reihe von Erscheinungen ist übrig, aus der man eine Eigenthümlichkeit der lebendigen Kraft ableitet, nämlich die Einwirkung des Idealen auf die Massen, die im lebenden Körper ganz unleugbar stattfindet. Noch einmal muß ich zuerst mit einem Wort auf die Zweckmäßigkeit als angeblichen Charakter des Lebendigen zurückkommen. Natürlich können wir nicht so gedankenlos sein, durch eine solche Bezeichnung die ganze übrige Schöpfung des nämlichen Gottes für zwecklos oder zufällig zu erklären. Vielmehr, wenn gegenüber dem Sternensysteme, dessen einfach mechanischer Wechsel durch den Umlauf der Tages- und Jahreszeiten ebenso physikalisch als ästhetisch bedeutsam das körperliche und geistige Leben mitbedingt, wenn dem gegenüber dem Organismus eine höhere Zweckmäßigkeit zukommen soll, so muß sie darin liegen, daß er nicht bloß die durch die Combination seiner Massen prädestinirten Zwecke verfolgt, sondern sich neue Zwecke setzen kann, und daß er selbst im Stande ist, die zu deren Verwirklichung dienenden Mittel mit einem absolut neuen Anfange der mechanischen Bewegung herbeizuschaffen. Die Entstehung des Körpers macht nun nach dem Obigen eine solche Annahme nicht nothwendig; sie würde es aber, wenn wirklich eine Heilkraft der Natur existirte, welche, wenn äußere Störungen eben jene Disposition der Massen verändert hätten, auf der die zweckmäßige Wirkung im gesunden Zustande beruhte, doch im Stande wäre, sich solche Grundlagen von Neuem selbst wieder zu geben. Wir haben von der Heilkraft noch später zu sprechen und erwähnen hier nur, daß eine solche Kraft ihrem Begriffe nach schlechthin schrankenlos und unendlich gedacht werden müßte, indem für sie, welche bloß teleologisch bestimmt, aber an gar keine materielle Grundlage gebunden ist, durchaus nichts unmöglich sein kann. Je mehr uns nun traurige Erfahrungen am Krankenbette zwingen, zuzugeben, daß diese Kraft ihre Grenzen, ja sogar ihre sehr engen Grenzen hat, um so mehr wird sich ein ungünstiges Vorurtheil gegen sie bilden, und wir werden bei weiterer Ueberlegung eine Kraft, die nur unter gewissen Umständen zweckmäßige, heilende Rückwirkungen zu entfalten vermag, natürlich auch als eine solche ansehen müssen, deren Macht nur aus den zusammenstimmenden Wirkungen der gegebenen Umstände hervorgeht. Wir werden später es noch wahrscheinlicher machen können, daß in der That die Heilkraft der Natur genau nur so weit geht, als die in der Construction der thierischen Maschine einmal gegebenen glücklichen Umstände, vermöge deren eine Störung durch eine andere aus der Störung selbst mit mechanischer Nothwendigkeit folgende Veränderung compensirt wird.

Einen viel gewichtigeren Einwurf gegen alle unsere mechanischen der Willkür widerstrebenden Ansichten scheint die unleugbar mathematisch völlig regellose und unberechenbare Einwirkung des Geistes auf unsere Körperzustände zu bilden. Während, wenn wir auch im Ganzen der Welt eine Folgsamkeit aller Massen gegen das Gebot bestimmender Ideen voraussetzen, diese doch in allen anderen Wissenschaften über die Grenzen der Erfahrung hinausfällt, innerhalb dieser Grenzen aber nur als determinirtes Resultat mechanischer Veranstaltungen sich erhält, unterscheidet sich die Lehre vom Leben dadurch, daß hier der bestimmende Einfluß der Ideen selbst Gegenstand der Erfahrung, und dem Objecte der Untersuchung immanent ist. So schiene dies ja zu beweisen, daß in der That Ideen, abstracte Bestimmungen

eine massenbewegende Kraft in dem Ablauf mechanischer Processe zu äußern vermöchten, und wir würden folglich nichts dagegen einwenden können, daß auch der Idee der Gattung ein solcher wirkender Einfluß zugestanden werde, den wir ihr oben immer bestritten haben? Indessen können wir, durch Schwierigkeiten geschreckt, das, was wir wissen, nicht um dessenwillen zurücknehmen, was wir nicht wissen. Die Lösung dieser Frage bietet sich folgendermaßen. Nur insofern haben wir den Ideen keine Wirksamkeit zugeschrieben, als sie bloß Ideen waren, nicht aber durch bestimmte wirkliche Dinge und deren Verhältnisse getragen, selbst ein Wirkliches darstellen. Das Nämliche gilt von den Gedanken der Seele. Als Gedanken oder Ideen haben sie nicht die mindeste massenbewegende oder überhaupt wirkende Kraft, denn so stehen sie als Abstracte dem Concreten hülflos gegenüber; sie können aber solche Kraft insofern erlangen, als sie bestimmte Zustände, Modificationen oder Bewegungen eines Wirklichen, eines Substanziellen, nämlich der Seele, sind; denn so stehen sie als Zustände der einen concreten Substanz den Zuständen anderer concreten Substanzen in dem gleichen Sinne des Daseins gegenüber, und können als erste Prämissen mit jenen als den zweiten Prämissen zusammengenommen einen Grund bilden, aus dem nach allgemeinen Gesetzen eine Folge hervorgeht. Alle Sätze über die Ursachen und die Bewirkung durch sie gelten nämlich von allem Wirklichen, unangesehen, ob dies Körper oder Geist sei, und die Schwierigkeit der gewöhnlichen Vorstellung entsteht hier daher, daß man auf diesen abstracten Begriff der Ursache nicht zurückgeht, sondern die Einwirkung des Geistes auf den Körper vermittelst des abgeleiteten Begriffs der Kraft zu erläutern strebt, der eben nur in dem speciellen Falle der Wirkung zwischen Stoff und Stoff Bedeutung gewinnt. Für unsere Vorstellung haben Geist und Materie unmittelbar gar nichts gemein, und jedes reale Mittelglied, durch welches man sie mit einander verbinden möchte, muß immer von der Natur des Einen sowohl als des Andern zugleich sein, um in beiden fußen zu können, aber dadurch wird es nur zu der Wiederholung des vorigen Räthsels. Welche unbewußten, träumenden, vegetativen, in die Materialität versenkten Seelen man auch ersinnen mag, um diese Kluft zu verdecken, man wird auf diese Weise nie zum Ziele gelangen. Durch ein wirkliches Mittelglied, durch eine reale Maschinerie den Einfluß des Geistes auf den Körper und umgekehrt, erklären zu wollen, ist eben eine unrichtige Forderung; ihre Einheit und ihr Zusammenhang muß vielmehr aus dem begriffen werden, was ihnen bereits gemeinschaftlich zukommt, nämlich aus dem Begriffe der Substanz, und dem der Bewirkung, der sich auf diesen anwenden läßt. Zu dieser Anwendung gehört vor Allem, daß zwei Substanzen mindestens in eine solche Beziehung zu einander gebracht werden, daß ihre Eigenschaften, sobald sie nach allgemeinen Gesetzen eine Folge begründen können, nun nicht mehr gleichgültig gegen einander sein können, sondern diese Folge in der That als Wirkung hervorbringen müssen. Für die physikalischen Kräfte wissen wir, daß jene Beziehung das gleichzeitige Vorhandensein im Raume ist, und daß die Wirkung sich am häufigsten auch nach dem Grade richtet, in welchem diese Beziehung beider Körper für einander realisirt ist, d. h. nach der Entfernung. Für die Wechselwirkung körperlicher und geistiger Substanzen können wir allerdings die Art dieser Beziehung nicht näher bezeichnen, allein die Erfahrung scheint uns zu überreden, daß ein inniges Zusammensein der Seele mit dem Körper auch hier die Bedingung ist für jede Einwirkung überhaupt, und daß nie die Veränderungen der Seele auf eine andere Masse einwirken, als auf die,

welche conſtant mit ihr verbunden iſt, auf den eigenen Leib. Ich befinde mich hier in dem Falle, anſtatt gegen wunderbare Erſcheinungen der Lebenskraft zu proteſtiren, umgekehrt die Unmöglichkeit manches Wunderbaren nicht klar einzuſehen, die von der Phyſiologie als bewieſen angenommen wird. So gewiß es iſt, daß nichts abſtract Ideales auf die Maſſe einwirkt, ſondern immer nur, inſofern es wirklicher Zuſtand eines concret Idealen iſt, ſo weiß ich doch daher nicht die Unmöglichkeit mancher Erſcheinungen des thieriſchen Magnetismus herzuleiten, in welchen angeblich die Zuſtände der Seele auch auf fremde Körper oder unbelebte Maſſen einwirken ſollen. Niemand ſcheint mir dafür bürgen zu können, daß die Seele nicht auch mit anderen Körpern, obgleich vielleicht mit unendlich ſchnell ſinkender Wichtigkeit, in der nämlichen gegenſeitigen Beziehung ſteht, welche ihr die Möglichkeit der Einwirkung auf den eigenen Leib gewährt. Allerdings ſcheinen alle conſtanten und beglaubigten Erfahrungen gegen eine ſolche Ausdehnung ihrer Wirkſamkeit zu ſprechen, allein, wer ſich wirklich über dieſe etwas peinlichen Begriffszuſammenhänge klar iſt, wird doch zugeben müſſen, daß hier ein für künftige Erfahrungen noch offener Ort iſt, und daß die Entſcheidung keineswegs von einer aprioriſchen Theorie ausgehen kann, am wenigſten von einer ſolchen, die wie die gewöhnlichen phyſiologiſchen Anſichten, ſelbſt ſo oft gegen alle a priori erkennbaren methodiſchen Anforderungen verſtoßen. Ich füge nur noch hinzu, daß dieſe Bemerkungen bloß für die logiſche Möglichkeit der realen Möglichkeit ſolcher Erſcheinungen ſprechen ſollen, deren außerordentliche Unwahrſcheinlichkeit mir nicht entgeht.

Um zu dem zurückzukehren, was wir hier beabſichtigen, ſo war es dies, nachzuweiſen, daß auch aus dem Verkehr zwiſchen Seele und Leib keine Berechtigung für die Annahme herzuleiten iſt, Ideen als Abſtracta vermöchten irgendwie die Maſſen zu verändern. Nur dann könnte die Idee der Gattung die ihr vielfach aufgetragenen Geſchäfte verrichten, wenn ſie als ein Zuſtand der wirklichen Seele vorhanden wäre und zwar ſo, daß nach allgemeinen Geſetzen vermöge der Beziehung zwiſchen Leib und Seele die entſprechenden körperlichen Verrichtungen mit mechaniſcher Nothwendigkeit aus dieſem Zuſtande der Seele folgen müßten. Der Begriff eines ſolchen pſychiſch-phyſikaliſchen Mechanismus läßt ſich folgendermaßen entwickeln. Da Vorſtellungen, Willensbewegungen und alle anderen Seelenzuſtände vollkommen unvergleichbar mit den quantitativen und räumlichen Beſtimmungen der Materie ſind, dennoch aber aus den erſteren die letzteren folgen ſollen, ſo laufen hier offenbar zwei gänzlich von einander verſchiedene, völlig disparate Reihen von Proceſſen, eine körperliche und eine geiſtige an einander ab. Nie liegt in der völlig intenſiven Qualität des geiſtigen Vorgangs die extenſive Beſtimmtheit des materiellen, ſondern wenn einer den andern hervorrufen ſoll, ſo muß durch ein beiden äußerlich ſcheinendes Band eine Proportionalität zwiſchen ihnen angeſtiftet werden. Es muß daher allgemeine Geſetze geben, welche befehlen, daß mit einer Modification a der Seelenſubſtanz eine Modification b der Körperſubſtanz verbunden ſei, und nur kraft dieſes von ihr ſelbſt unabhängigen Geſetzes, gar nicht durch eigene Machtvollkommenheit oder eigenen Impuls ruft die Veränderung der Seele eine entſprechende des Körpers hervor. Es ergiebt ſich daraus, daß die Seele, wenn ſie wirken ſoll, erſt darauf warten muß, ob die Veränderungen, denen ſie eben ausgeſetzt iſt, ſolche ſind, welchen nach dem allgemeinen Geſetze eine Bewegung der Maſſen aſſociirt iſt; wäre dies nicht der Fall, ſo hat das Geſetz auch keine Anwendbarkeit und die Seele kann nichts bewirken. Dies finden wir nun auch. Zahlloſe Vorſtellungen, Wünſche und Begierden realiſiren ſich nicht; wir mögen uns Flügel erdichten oder des Treviranus Weizenkorn mag von ſeiner zu-

künftigen Blüthe träumen; dies Alles bringt nicht die leiseste Bewegung der Massen hervor. Nur der Wille einer einfachen Muskelbewegung erzeugt sie wirklich. Unsere innere Erfahrungswelt also, Vorstellungen, Gefühle, Begierden sind nur die Erscheinungsweisen, welche innere Zustände der Seelensubstanz für unsere eigene Beobachtung annehmen. Als solche Scheine haben sie sämmtlich nicht die geringste Kraft, das Wirkliche zu bewegen; dagegen jene inneren, unbewußten, der Erfahrung völlig abgewandten, nie zu unserer Ansicht gelangenden Zustände der Seele als Substanz, können mit den Zuständen des andern Wirklichen, des Leibes, zusammengenommen, den Grund zu dem Hervortreten einer Massenwirkung mit ganz neuem Anfange enthalten. Sie können dies jedoch nur; in Wirklichkeit fragt es sich noch darnach, ob dem allgemeinen hier gültigen Gesetze zu Folge im speciellen Falle aus a und b überhaupt wirklich etwas folgen kann, und ob das, was folgt, gerade als körperliche Bewegung und nicht vielleicht als geistiges Gefühl in unsere Beobachtung eintritt. Wir finden also hier wiederum einen mechanischen Zusammenhang nothwendig gefordert, und wir werden in einem späteren Artikel nachweisen [1]), in verhältnißmäßig wie wenigen Fällen wirklich ein solcher mechanischer Einfluß des Geistes auf den Körper stattfindet, und wie die willkürlichen Bewegungen in der That nur Combinationen und Benutzungen dieser einfachen Elemente sind.

Obwohl wir nun hier eigentlich gar nicht auf die rein speculative Frage über die Art des Zusammenhangs zwischen Leib und Seele eingehen mögen, so müssen wir doch noch Einiges einer sich immer wieder hervorthuenden Nachfrage zu Liebe bemerken. Man möchte nun einmal gerne wissen, wie es ein solcher Zustand der Seelensubstanz anfängt, um im Körper eine Bewegung hervorzubringen, und man begnügt sich nicht so leicht mit der Antwort, daß jede Folge erfolgen müsse, sobald ihre Prämissen da sind, ohne daß es noch eines besondern Stoßes bedürfte. Diese Frage entspringt aus den Mißverständnissen über den Begriff der Kraft. Man hat sich durchaus gewöhnt, vorauszusetzen, daß der nämliche Widerstand, den wir bei Bewegung einer Last empfinden, auch der Vollziehung der Naturgesetze entgegenstehen müsse. So wie wir nun durch Zug, Stoß, Schlag und Druck mechanische Wirkungen hervorbringen und dabei die Wucht unsers Armes fühlen, so sollen, wie man meint, auch die Grundkräfte der Körper durch Zug oder Stoß die Bewegungen erzeugen, sie sollen überhaupt eines gewissen Impulses, als eines realen Mittels sich bedienen. Wir haben darüber schon früher gesprochen. Die Erfahrung zeigt uns nur, daß die Körper sich im Raume nach gewissen Verhältnissen nähern. Wenn wir deßhalb den Körpern Anziehungskraft beilegen, so geschieht dies nicht so, als sollte diese nun das reale Mittel sein, durch welches die Körper einen Widerstand besiegen, der der Ausführung des Gesetzes entgegenstände. Denn so würden wir in's Unendliche weiter fragen können: wie macht es nun die Schwerkraft, um die Körper zu nähern? Zieht sie, stößt sie, drückt sie? Und wenn sie zieht, wie macht sie's, um die Verkürzung des Bandes zwischen beiden zu bewirken, worauf aller Zug beruht? Solche Vorstellungen und Fragen sind uns Menschen sehr natürlich, weil wir in der That bei allen Wirkungen, die wir kunstmäßig intendiren, den Widerstand der Naturkräfte erfahren. Dies hängt aber ganz einfach zusammen. Wenn wir beim Maschinenbau oder sonst zwei Körper einander horizontal nähern, oder sie vom Erdboden entfernen wollen, so ist dies eine willkürliche Zumuthung unserseits, nicht aber ein Naturgesetz, welches den Körpern zu gehorchen befiehlt, sondern wir, überall mit zu-

[1]) S. d. Art. Instinkt.

ſammengeſetzten Hülfsmitteln, mit den Hebelmaſchinen unſers Gliedbaues z. B., niemals aber mit Grundkräften operirend, müſſen überall die wirklichen Naturgeſetze durch Liſt, theilweis aufzuheben, theilweis zu benutzen ſuchen. Daher erfahren wir Widerſtand, weil ein allgemein gültiges Naturgeſetz ſich unſeren willkürlichen Einfällen widerſetzt. Im Ganzen der Welt aber kann der Verwirklichung eines Geſetzes nie ein Widerſtand entgegenſtehen, und es bedarf daher nirgends eines beſondern Impulſes, ſondern Alles, was aus gegebenen Prämiſſen folgen kann, folgt auch ohne Umſtände und Unterhandlung. Es iſt intereſſant, den doppelten Irrthum an dieſem Punkte noch einmal zu überblicken, den die gewöhnliche Vorſtellung begeht. Daß Kräfte exiſtiren können, ohne durch wirkliche Urſachen repräſentirt zu ſein, dies macht ſie ſich leicht weis; ſie glaubt alſo, daß etwas ohne Bedingungen entſtehe, daß ein Allgemeines als Allgemeines doch ein Beſonderes erzeugen könne; umgekehrt aber, wenn ſie die Prämiſſen wirklich hat, ſo ſcheint ihr noch etwas zu fehlen und ſie dichtet einen Stoff als complementum possibilitatis hinzu. Nur das ſpecielle größere Intereſſe, das alle Welt an dem Zuſammenhange der Bewirkung zwiſchen Leib und Seele nimmt, hat den Glauben erweckt, als wüßten wir über dieſes Problem dasjenige nicht, was wir bei anderen der Phyſik des Unbelebten angehörigen Fragen zu wiſſen glauben. Dennoch iſt auch in dieſen überall die nämliche ſcheinbare Dunkelheit. Niemand kann angeben, wie es ein Körper beginnt, um dem andern eine Bewegung im Stoße mitzutheilen und ich darf nur an die alten Streitigkeiten über die Lehre vom Stoße erinnern, um bemerklich zu machen, wie auch hier die nämliche Frage ſchläft und jeden Augenblick wieder aufwachen kann, wenn nicht der geſunde Sinn der Phyſiker ſie zurückhält. Ebenſo, die wirkenden Kräfte ſind in der Natur Functionen der Entfernung. Warum wirkt ihre Intenſität in größeren Weiten weniger? Wie kann denn der Raum, der doch gewiß ebenſo ideal iſt als die Seele, eine phyſikaliſche Kraft ſchwächen oder einen Theil davon verſchlingen? Niemand wird dies je anzugeben vermögen, aus dem einfachen Grunde, weil dies Alles eben die letzten Geſetze ſind, aus denen aller Mechanismus hervorgeht. Unmöglich kann man daher wieder einen neuen Mechanismus, eine gewiſſermaßen ſublimirtere Maſchinerie im Ernſte verlangen, welche nun wieder die Ausführung der Geſetze möglich machte, aus denen eben der Mechanismus ſich entwickelt. Der Zuſammenhang der Bewirkung zwiſchen Leib und Seele iſt daher ſeiner allgemeinen Möglichkeit nach nicht im allergeringſten dunkler, aber gerade ebenſo dunkel, wie der Hergang der Cauſalität in allen anderen Beiſpielen derſelben.

Sobald es einmal allgemeines Geſetz iſt, daß auf eine gewiſſe Modification der Seele a eine Mod. b des Körpers eintrete, ſo tritt dieſe b auch ſogleich ein, wenn a gegeben iſt, und nie führt dies a einen Stoß auf b aus, der überdies ſeltſam ſein müßte, da er aus dem idealen Daſein in das körperlich-räumliche überlaufen würde. Borelli, als er die Cohäſion durch die kleinen Häkchen erklärte, mit denen die Atome ſich umklammern, führte nur die Conſequenzen ſolcher Irrthümer auf phyſikaliſchem Gebiete aus.

Die Art, wie ich den Zuſammenhang zwiſchen Leib und Seele für das Bedürfniß der mediciniſchen Wiſſenſchaft, eine präſtabilirte Harmonie genannt habe[1]), hat vielfach Anſtoß gegeben. Das Obige wird mich vertheidigen. Wie intereſſant auch die weitere Discuſſion dieſer Frage für die ſpeculative Pſychologie iſt, wo ſie natürlich noch eine andere Beantwortung erhalten muß, ſo bin ich doch noch immer der Meinung, daß es kein Heil für die Medicin bringt,

[1]) Allg. Pathol. u. Therap. als mechan. Naturwiſſ. Lpz. 1842.

mehr von Philosophie in sie aufzunehmen, als Noth thut. Nun aber kann es der Medicin ganz gleichgültig sein, worin die geheimnißvolle Vereinigung zwischen Seele und Leib besteht; denn sie ist ein constantes Ereigniß, und liegt allen Erscheinungen ganz gleichmäßig zu Grunde. Dagegen hat es das größte Interesse für die Medicin, welche Affectionen der Seele denn mit welchen des Körpers auf jene geheimnißvolle Weise verbunden sind. Und leider hat die Medicin diese ihr eigenthümliche Frage, über den fruchtlosen Speculationen rücksichtlich des Zusammenhangs selbst, gar zu sehr aus den Augen verloren. So besteht die Lehre vom Hebel nicht darin, daß man zeigt, durch welche Mittel der Cohäsion seine Unbiegsamkeit erzeugt wird, die freilich die conditio sine qua non aller seiner Wirkungen ist, sondern diese wird als eine constante, zu allen Erscheinungen gleichmäßig beitragende Eigenschaft vorausgesetzt, und man sucht nur noch die Gesetze, nach denen Gewichte am einen Arm, dem Geiste, die Bewegungen des andern, des Körpers, bestimmen.

IV. Nachdem wir in dem Vorhergehenden die methodischen Forderungen an jede Theorie des Lebens angeführt, und einige der hauptsächlichsten Erfahrungen auf einen richtigeren Ausdruck zu bringen gesucht, hätten wir nun die positiven Folgerungen zu entwickeln, die aus der Anwendung dieser Principien für die allgemeine Physiologie hervorgehen. Hier ist nun zuerst zu bemerken, daß diese Principien durchaus nur formale sind, daß nicht sie selbst uns lehren, was das Leben ist, sondern nur unter welchen Allgemeinbegriff physikalischer Vorgänge es zu subsumiren ist. Die specielle Wissenschaft davon, wie das Leben ein Beispiel jener Vorgänge neben anderen Beispielen ist, und durch welche Combination welcher Kräfte es sich charakterisirt, kann nur von einer nach jenen Principien geleiteten Empirie gehofft werden. Die Schwierigkeiten, die dieser entgegenstehen, sind groß; die Bestrebungen mechanischer oder eigentlich naturwissenschaftlicher Ansichten noch zu sehr in ihrem Anfang, als daß sie bereits ein bedeutendes positives Material liefern könnten. Viele Fragen werden daher noch unerledigt bleiben, aber doch nicht so viele, als bei den üblichen Theorien der Lebenskraft. Der Gewinn, den die Annahme unserer angeführten Principien mit sich bringen würde, besteht hauptsächlich in der Anerkennung des ungeheuern Umfangs und der Schwierigkeit unserer Aufgaben, woraus sich hoffentlich eine um so größere Spannung des Untersuchungsgeistes entwickeln wird. Wir werden nicht mehr so leichten Kaufs mit der Erklärung der Erscheinungen durchzukommen glauben, wie die Ansichten von der Lebenskraft, die Alles auf einige unbestimmte Abstractionen zurückschiebend, besonders dadurch eine Menge verderblicher Irrthümer in die praktische Medicin ergossen haben, daß sie sich den Schein gaben, eine Erklärung wirklich zu besitzen. So hat sich die praktische Medicin nur zu häufig mit Vernachlässigung der Erfahrung zu einer rationalen Medicin umgebildet, in dem guten Vertrauen, zur Beurtheilung der meisten Krankheitserscheinungen bereits hinlängliche Berechnungsprincipien zu besitzen. Hier wird die Anerkennung mechanischer Principien aber die Unvollkommenheit unserer Erkenntniß an den Tag bringen und die Ueberzeugung erwecken, daß wir praktisch am besten thun, vorsichtig den allerbestimmtesten und bewährtesten Erfahrungen zu folgen, nicht aber jenen scheinbar rationalen Generalisationen, zu deren Rechtfertigung erst in später Zukunft ein langer Weg naturwissenschaftlicher Untersuchungen und Beobachtungen führen kann. Bis jetzt sind die Anknüpfungspunkte zwischen Physiologie und specieller Pathologie und Therapie noch sehr gering an Zahl. Versuchen wir nun, die hauptsächlichsten Sätze kurz anzugeben.

1. Das Geschehen im lebenden Körper unterscheidet sich von dem unbeleb-

ten physikalischen Geschehen nicht durch die principielle Verschiedenheit der Natur und Wirkungsweise der vollziehenden Kräfte, sondern durch die Anordnung der Angriffspunkte, die diesen dargeboten sind, und von denen hier, wie überall in der Welt, die Gestalt des letzten Erfolges abhängt. Das Zusammentreten der einzelnen Massen in jene bestimmte Anordnung, aus welcher als mechanische Resultate sämmtliche Lebenserscheinungen fließen, ist nichts Zufälliges, sondern wird nur erhalten und fortgepflanzt durch die Abstammung aus der Gattung. Niemals ist daher die Entstehung eines Organismus (wenigstens eines höhern) in der Art Gegenstand der Beobachtung, daß sich nachweisen ließe, wie zufällig im Laufe der Veränderungen an der Oberfläche der Erde chemische Elemente in gewissen proportionalen Mengen und unter gewissen äußeren Umständen so zusammengekommen seien, daß sich aus ihnen nun als automatisches Resultat eine Reihe von Lebensbewegungen, ein Individuum, gebildet habe. Daher hat die Physiologie an dieser Continuität der Entwicklung des Keimes aus früheren Organismen, und späteren Organismen aus dem Keim, ihr letztes Factum, welches sie berücksichtigen muß, und sie kann als ersten Grund dieser durch den Proceß der Gattung continuirlich fortlaufenden Reihe von Entwicklungen nur eine über das Gebiet der Naturwissenschaft hinausliegende Schöpfung, nicht aber eine selbst nach mechanischen Principien folgende zufällige Entstehung annehmen. Hier also, wie in jeder Naturwissenschaft sollen nur die Gesetze entwickelt werden, nach denen jede Naturerscheinung sich aus ihren Voraussetzungen folgern läßt, und wieder neue bedingt. Die Physiologie hat daher die Aufgaben, zu untersuchen, wie aus den Gegenwirkungen im ganzen Organismus der Keim entsteht (worüber wir empirisch bis jetzt so gar nichts wissen, daß natürlich an eine naturwissenschaftliche Erklärung gar nicht gedacht werden kann), wie zweitens aus den Wirkungen des Keimes der ganze Organismus sich bildet, wie drittens aus den inneren Zuständen des Körpers und den Einwirkungen des Aeußern der bestimmte Ablauf der Lebenserscheinungen hervorgeht. — Aus den hier angeführten Grundlagen ergiebt sich übrigens von selbst die Widerlegung der von religiösem Standpunkt gegen die mechanischen Theorien gerichteten Vorwürfe, als verlöre das Leben von seiner Würde und Heiligkeit, wenn es als Resultat des Mechanismus gefaßt würde. Man vergißt, daß dieser Mechanismus nicht durch seine eigene Tugend entstanden ist, sondern daß die Weisheit Gottes ihn geschaffen, und ihm, als dem sichersten, niemals eigenem Belieben sich überlassenden Diener die Realisirung der Naturideen aufgetragen hat. Indessen läßt sich dennoch a priori nur wahrscheinlich machen, aber nicht beweisen, daß alles Lebende aus einem durch gleichartige Wesen gebildeten Keime hervorgehen müsse. Die Unwahrscheinlichkeit der generatio aequivoca für höhere Geschöpfe beruht nur auf der Ueberzeugung, daß sie, deren Leben ideale Verhältnisse zu repräsentiren bestimmt ist, in einer der Würde dieser Idee entsprechenden Weise nur in sich selbst eine fortlaufende Reihe der Entwicklung bilden, ohne durch die bloß physikalischen Gegenwirkungen der Processe an der Erde von neuem zu entstehen; rücksichtlich der niedrigsten Thier- und Pflanzenformen, der Proletarier in der Natur, schwindet daher die Unwahrscheinlichkeit der spontanen Erzeugung; denn der Bedeutung und dem Werthe ihres Daseins scheint eine primäre Entstehung aus den Elementen der Natur nicht zu widersprechen. Hier kann uns mithin nur die Erfahrung belehren, und ihr zufolge ist es bis jetzt wahrscheinlich, daß auch noch in diesen Gebieten die organisirten Wesen immer nur aus Gleichartigem entstehen. Wenn wir nun keine Beispiele für die Entwicklung des Organischen aus dem Unorganischen haben, so haben wir deren doch in gewisser Weise für

das Umgekehrte. Während im lebenden Körper die Kräfte der einzelnen, organischen Massen, die ihnen vermöge ihrer physikalischen und chemischen Constitution zukommen, unter ein gemeinsames Bildungsgesetz gebeugt sind, sehen wir sie in Krankheitsfällen zuweilen sich von diesem Gesetze loslösen und sich automatisch dem Spiele dieser Gegenwirkungen überlassen. Ich meine die vielen Afterbildungen bei Pflanzen und Thieren, die sogenannten Luxuriationen der Gewebe, die man wohl in den wenigsten Fällen für eine zweckmäßige Handlung der Lebenskraft wird halten wollen. Sie entstehen vielmehr offenbar, wo durch irgend einen Umstand die noch normal vorhandenen Theile des Körpers den neuen Ansatz zu reguliren aufhören, und dieser sich nun in Formen entwickelt, die als unorganische zu betrachten sind und nur aus den Eigenthümlichkeiten der physikalischen und chemischen Constitution folgen, welche den veränderlichen, lebensfähigen Massen zukommen.

2. Die Entstehung der entwickelten, so höchst kunstvoll angeordneten Gestalt des Organismus aus dem verhältnißmäßig einfach scheinenden Keime würde das erste und eins der schwierigsten Probleme der allgemeinen Physiologie sein. Wir können hiervon noch keine Auflösung geben; aber verwahren müssen wir uns dagegen, daß diese Unfähigkeit dem Princip mechanistischer Ansichten zugeschrieben werde; denn in der That, hat die Annahme einer Lebenskraft etwa geleistet, oder verspricht sie zu leisten, was jenen noch unmöglich ist? Man hat die Annahme, daß in dem Keime bereits jene bestimmte Disposition der Massen und Kräfte vorhanden sei, die später nach bloß mechanischen Gesetzen die vollendete Gestalt als Resultat hervortriebe, dadurch zu widerlegen gesucht, daß man auf die Einfachheit des Keimbläschens und der übrigen Eitheile aufmerksam machte. Dieser Einwurf bedeutet indessen wenig. Auch durch einen Krystall, den wir auf den Objectträger legen, sehen wir hindurch, und werden nichts von allen den doch factisch stattfindenden inneren Verhältnissen gewahr, welche den regelmäßigen Durchgang der Blätter begründen, welche die eigenthümlichen Verhältnisse gegen das Licht und die Erwärmung, die verschiedenen Spannungsgrade in verschiedenen Richtungen bedingen. Könnten wir alle Sinne mit der nämlichen Schärfung zur Untersuchung der Natur anwenden, wie den Gesichtssinn, wie Vieles würden wir entdecken, was uns jetzt unmöglich dünkt, weil es nicht die Eigenschaft hat, gefärbtes Licht in unser Auge zu senden! Ueberdies aber macht man sich wohl eine übertriebene Vorstellung von dem Detail jener Dispositionen, die wir im Keime voraussetzen. Zwar die Ansicht ist längst verschwunden, als lägen in ihm die ausgearbeiteten Miniaturbilder der zukünftigen Glieder, aber noch immer glaubt man eine unermeßliche Anzahl primitiver Molecüle in höchst verwickelten Verhältnissen voraussetzen zu müssen. Diese Annahme scheint mir unnöthig. Wir wissen, daß schon die relativen Bahnen der Centralbewegungen von nur drei Körpern eine so außerordentliche Mannichfaltigkeit der Verhältnisse liefern, daß sie bis jetzt auf keinen allgemeinen mathematischen Ausdruck zurückgeführt werden können. Wüßten wir das Problem der drei Körper für den Fall einer Wirkung in der Berührung zu construiren, wo ohnehin noch, wie im Keime, leicht zersetzbare Substanzen unter dem Einflusse eines Imponderabile, der Wärme, gegen einander operiren und in jedem Augenblicke durch chemische Affinitäten eine neue unberechnenbare Anzahl resultirender Wirkungen hervorbringen können, so würden wir zugestehen müssen, daß in dem Keime keineswegs ein wunderbares Detail zu existiren braucht, sondern nur einige wenige Theile mit einfachen bestimmten Verhältnissen, und daß ein solches Princip der allermannichfaltigsten gesetzmäßigen Entwicklung wohl fähig sei. Wir müssen ferner bedenken, daß in dem Keime nicht alle Theile

gleichzeitig, sondern successiv auf einander wirken. Wäre jenes der Fall, so würde man allerdings wieder auf die Annahme sehr detaillirter Prädispositionen, einer Miniatur der Körper zurückgeführt; denn die Gestalt müßte die einfache Resultante schon vollkommen angeordneter Verhältnisse sein. Im zweiten Fall aber langen wir mit sehr einfachen ursprünglichen Voraussetzungen aus, indem hier jedem neu in die Gegenwirkung eintretenden Molecül ein bestimmter Angriffspunkt durch die schon vorhandenen Combinationen dargeboten wird, und so, indem jedes auf die Resultanten des Vorangegangenen einwirkt, kann sich aus den einfachsten Dispositionen die Mannichfaltigkeit der Gestaltbildung bis zu den verwickeltsten Verhältnissen ausbilden. Diese Bemerkungen mögen hier genügen; es würde ein ungerechtes Verlangen sein, wenn man eine Construction der thierischen Gestalt bereits fertig verlangte; sind doch gerade in morphologischer Beziehung alle Naturwissenschaften noch in ihrer Kindheit. Auch die Bildung der Krystalle ist uns noch verborgen, obwohl die geometrische Regelmäßigkeit ihrer Züge uns von der Leichtigkeit einer physikalischen Theorie, wenn sie nur erst gefunden wäre, überreden zu wollen scheint. Es ist nicht zu vermuthen, daß eine Theorie der organischen Gestaltbildung jemals sich in der Vollständigkeit wird ausbilden lassen, die wir für die Krystallogenese von künftigen Zeiten noch erwarten können; ohne Zweifel langen selbst unsere bis jetzt ausgebildeten Rechnungsarten nicht zu, um die Verhältnisse zu überwältigen, die hier stattfinden mögen, und die, wenn nicht Alles trügt, auf einen noch viel weiter und in höheren Abstractionen ausgebildeten Variationscalcul hinzuweisen scheinen. Was sich aber in diesem Gebiete noch entdecken lassen wird, das hat man gewiß nicht allein von der mikroskopischen Beobachtung zu hoffen; man darf nicht glauben, jemals jene primitiven Dispositionen, die wir im Keime voraussetzen, direct als einen Gegenstand der Erfahrung kennen zu lernen; vielmehr, wenn es überhaupt erlaubt ist, über den Gang noch nicht begonnener Untersuchungen eine Vermuthung zu äußern, wird hier, genau so wie in der neuern Ausbildung der Lichtlehre, aus der Vergleichung der allgemeinen morphologischen Facta eine glückliche Hypothese hervorgehen, die sich ihre Anerkennung durch die Fähigkeit erwerben wird, die Erscheinungen zu erklären. Bis dahin ist die Frage nach der Gestaltbildung nur um des Princips willen festzuhalten; jene erwartete Theorie ist ein wissenschaftliches Ideal, das in Bezug auf höhere Thiere sich nie vollständig, in Bezug auf einfachere Gestalten animalischer und vegetabilischer Geschöpfe allerdings vielleicht einmal erreichen lassen wird.

3. So wenig es nun Frucht brachte oder nothwendig war, die Bildung des Körpers von einer transscendenten Lebenskraft abhängig zu machen, so wenig haben wir Ursache, diese zur Erklärung der Lebenserscheinungen des ausgebildeten lebenden Körpers herbeizuziehen. Wir sehen vielmehr den Körper an als ein System zusammengeordneter und in sich verwickelter physikalischer Massen, aus deren proportionalen physikalischen Einzelkräften unter den gegebenen Angriffspunkten und in Wechselwirkung mit äußeren Einflüssen der Ablauf der Lebenserscheinungen hervorgeht. Lebenskraft theilen wir diesem System nicht als den Grund oder die Ursache seiner Existenz zu, so daß es etwa selbst aus ihr erklärt werden könnte, sondern nur als eine Fähigkeit zu einer bestimmten Größe der Leistung nach außen, welche selbst aus den Verhältnissen der Gegenwirkungen im Körper erklärt werden muß. Eine Angabe der einzelnsten Momente dieses Mechanismus wird für lange Zeiten hinaus unmöglich bleiben; folgen wir jedoch teleologischen Inductionen und vergleichen ihre Resultate mit

den Thatsachen der Erfahrung, so werden wir allerdings einen deutlichen Blick in die Gesammteinrichtung dieses organischen Mechanismus thun können. Der eigentliche Zweck des thierischen Lebens ist ohne Zweifel die Empfindung und die selbstständige Bewegung; alle übrigen Processe im Körper können nur als Mittel angesehen werden, die diesen Zwecken fortwährend die Möglichkeit ihrer Realisation sichern. Aber alle Einflüsse des Geistes, alle Impulse des Willens auf den Körper erfolgen durchaus ohne die geringste periodische Regelmäßigkeit; das System also wird auf mathematisch völlig zufällige Weise in irgend welche Veränderungen versetzt, und muß in sich Hülfsmittel haben, um sich gegen diese Störungen zu erhalten. Dieser Punkt ist der Hauptpunkt aller allgemeinen Physiologie. Der lebende Körper als Mechanismus betrachtet, unterscheidet sich von allen anderen Mechanismen dadurch, daß in ihm ein Princip immanenter Störungen aufgenommen ist, die durchaus keinem mathematischen Gesetze ihrer Stärke und Wiederkehr folgen. Diese Regellosigkeit ist ihm nicht zufällig, sondern sie gehört zu seinem Wesen; darauf hin muß der Mechanismus, der hier wirksam ist, eingerichtet sein. Wollte man nun die Frage, wie ein Mechanismus beschaffen sein müsse, um sich unter solchen Bedingungen im Gleichgewicht zu erhalten, in ihrer Allgemeinheit lösen, so würde der Geist eines Laplace nöthig sein, um die Summe der mathematischen Möglichkeiten hier zu bestimmen; ich beschränke mich auf die Ausführung eines der einfachsten Fälle, welcher gerade der ist, der nach dem Zeugniß der Erfahrung in der größten Ausdehnung wirklich im lebenden Körper angewandt ist. Es ist das Princip wechselnder Massen, der Stoffwechsel überhaupt, der sich als Auflösung der Frage selbst zudrängt. Welche Hülfsmittel auch einfachere Apparate in sich haben mögen, um sich im Gleichgewicht zu erhalten, entweder dadurch, daß die Störung selbst die widerstehende Gegenwirkung hervorruft, oder daß die einzelnen Theile ihrer Wirkung sich wechselsweis aufheben; bei einem so verwickelten Mechanismus können diese Voraussetzungen nicht hinreichen; überall würde die größte Schwierigkeit diese sein, den Anfang einer regulirenden Bewegung aufzuzeigen, sobald diese erst in dem Augenblicke einer störenden Einwirkung neu eintreten sollte. Eine leichte Quelle der Regulation dagegen bietet die fortwährende spontane Veränderung der wirkenden Massen dar, in deren Bewegung die Bewegungen der Störungen verschwinden. Der Kunstgriff der Natur ist dieser, daß sie die Abwehr künftiger Störungen durch eine continuirlich fortgehende Thätigkeit vorbereitet, und daher nicht genöthigt ist, nach deren wirklichem Eintreten mit einem ganz neuen, oft unmöglichen Anfange der Bewegung heilende Rückwirkungen eintreten zu lassen.

An einem andern Orte habe ich gezeigt, daß jede Störung eines solchen Systems, wenn sie auch anfänglich vielleicht nur in einer Veränderung der räumlichen Verbindungsweise der Theile bestand, zuletzt doch nur durch ein quantitatives Mißverhältniß einzelner Massen und ihrer proportionalen Kräfte schädlich wirken könne; denn jede Art der Zusammenfassung der Theile im Raume würde diesen so wie dem Ganzen gleichgültig sein, gäbe sie nicht manchen Kräften Angriffspunkte, aus denen Wirkungen, die dem Gesetz des Ganzen widerstreiten, hervorgehen. Als das einfachste Mittel, die normalen Verhältnisse wiederherzustellen, erschien mir dort, was ohnehin die Folge jeder solchen Störung ist, daß eine Combination von Elementen, so wie sie aus dem Gesetze des Ganzen herausgetreten ist, auch aus dem Zusammenhange des Ganzen heraustrete, daß also ein Theil der Massen durch eine kritische Abstoßung entfernt werde, damit die zurückgebliebenen wieder in denselben Verhältnissen zu

einander stehen, die ihnen als normale das Gesetz des Ganzen vorschreibt. Das Verfahren der Natur würde hier darin bestehen, nicht Hand anzulegen zur Normalisirung dessen, was durch seine Veränderung dem Plane des Organismus fremd geworden ist, dies vielmehr auszustoßen, und neu sich aus denselben Gesetzen zu ergänzen. Ich leugne nicht, daß eine Herstellung der frühern Harmonie auch durch eine directe Hemmung der Störung geschehen könne, oder dadurch, daß einer bestimmten Veränderung eine bestimmte andere neutralisirende entgegengesetzt wird; allein wenn dies in manchen Fällen zu geschehen scheint, so deckt es doch nur die geringere Anzahl von Fällen, und in den meisten wird die Möglichkeit, daß das Leben so lange besteht, bis jene direct entgegengesetzte Rückwirkung die Störung verdrängt hat, selbst nur unter der Voraussetzung dieses allgemeinsten Begriffs der Krisen begriffen werden können. Sobald der Zusammenhang der Theile unter sich sehr sensibel ist, wird jede Störung in's Ganze reißen, und zur Heilung wird nicht eine der ursprünglichen Einwirkung der Störung entgegengesetzte Wirkung hinreichen, vielmehr jedem einzelnen Theile der entstandenen Verwirrung müßte eine solche Regulation gegenüber gestellt werden. Aber für eine solche zweckmäßige Combination, wie sie hierzu erfordert würde, selbst wenn der Körper sich nur in sehr engen Grenzen selbst erhalten sollte, würden wir auf mechanischem Gebiete einen Anfang der Bewegung schwerlich finden; als den allgemeinen Typus der Regulation müssen wir daher eine Einrichtung betrachten, in welcher die speciellsten Eigenthümlichkeiten der Störungen verschwinden, keine Bedeutung mehr haben, weil sie nicht nach Maßgabe ihres Inhalts jede einzelne durch einen speciellen Kunstgriff normalisirt werden sollen, weil ihnen allen vielmehr der Organismus auf eine und dieselbe Art ausweicht. Daher müssen wir jenen Mechanismus der Krisen, die Ausstoßung einer Combination von Massen für das allgemeine Hülfsmittel der Selbsterhaltung des Leibes halten, und da jeder neue Anfang solcher kritischen Thätigkeiten im Moment der Störung selbst wieder schwer möglich sein würde, so haben wir als wahrscheinlich vorauszusetzen, daß der kritische Proceß continuirlich in Gestalt des Stoffwechsels vor sich gehe, so daß es zur Hemmung einer Störung nicht einer neu hervortretenden Kraft, sondern nur einer Steigerung einer schon vorhandenen Bewegung bedarf, deren Folgen sich in sich selbst aufzehren. Da wir nun erfahrungsmäßig finden, daß der Stoffwechsel im thierischen Körper zur Regulirung der Störungen benutzt wird, so dürfen wir glauben, hierin den Mittelpunkt des organischen Mechanismus zu sehen, um den sich alle übrigen Processe der thierischen Oekonomie anknüpfen lassen.

4. Das Vorige erklärt uns zunächst den Zweck des Stoffwechsels und seine Bedeutung für den thierischen Organismus; es fragt sich nach den Ursachen, die ihn hervorbringen, und nach seiner Bedeutung im Pflanzenreiche. Was den letztern Punkt zuerst betrifft, so müssen wir zugeben, daß überall, wo eine successive Entwicklung einer Gestalt stattfinden soll, Stoffaufnahme nothwendig ist, daß aber auch Stoffausfuhr, mithin Stoffwechsel eintrete, kann nur darin seinen Grund haben, daß die Elemente, die zum Wachsthum dienen, nicht in ihrer hierzu tauglichen Gestalt, sondern in einer erst aufzulösenden Verbindung dargeboten werden, von der nur ein Theil benutzt wird, der andere als Nebenproduct bei dieser Vorbereitung zur Benutzung abfällt. Der Stoffwechsel, dessen Dasein überhaupt für die Physiologie gewöhnlich ein Räthsel geblieben ist, würde bei den Pflanzen fast unbegreiflich sein, wenn er wirklich in etwas Anderm bestände, als in jener Zurückweisung des Untauglichen, so daß hier nicht etwas durch die Function des Organismus Abgenutztes, sondern

etwas Unbenutzbares den Inhalt der Ausfuhr bildete. Die Pflanzen haben, so weit uns bekannt ist, in sich kein immanentes Princip regelloser Störungen; sie bedürfen insofern für sich selbst keines andern Stoffwechsels als dessen, der zum Wachsthum dient. Allein zwei Umstände sind doch zu berücksichtigen. Die Pflanzen haben zuerst ihren Zweck ohnehin nicht so in sich selbst, wie die Thiere; sie erscheinen uns vielmehr wie dienende Glieder, deren Bestimmung eben in der Ausfuhr der durch sie zubereiteten Stoffe in die allgemeine Natur besteht. Was zu ihrem eigenen Dasein unnöthig scheinen kann, wird nöthig um des Zwecks willen, den sie für das Ganze erfüllen sollen. Zweitens ist das Wachsthum nicht eine qualitativ ähnliche Vermehrung des schon Vorhandenen; sondern differente Stoffe und Gestalten bilden sich aus einander; es kann daher kommen, daß den Pflanzen ein Stoffwechsel nöthig ist, nicht um sich in ihrem Zustande zu erhalten, sondern um sich zu ihrer höhern Vollendung durchzuarbeiten. Es können daher nicht nur Theile der elementarischen Nahrungsmittel als unbenutzbar zurückgewiesen werden und so eine scheinbare Ausfuhr bilden, sondern auch, was jetzt bereits zu organischen Zwecken benutzt ist, kann späterhin verändert werden, und wieder ein Product der Ausfuhr, jetzt aber im Sinne eines wirklichen Stoffwechsels, bilden. Die Verhältnisse sind daher verschieden bei Pflanzen und Thieren; sie haben einige Zwecke des Stoffwechsels gemein, den einen oben angeführten hat das Thier allein voraus. Wir finden, daß dies in den Erscheinungen sich geltend macht. Der Stoffwechsel der Thiere ist beträchtlich lebhafter und massenhafter als der der Pflanzen, und während sie, die doch längere Zeit auf ziemlich gleicher Stufe der Ausbildung verharren, ohne einem so periodischen Wechsel der Erscheinungen, wie die Pflanzen, unterworfen zu sein, ihn zur Abwehr und Ausgleichung principloser Störungen benutzen, finden wir bei den Pflanzen nichts der Art, was uns an eine Krise durch Stoffumtausch erinnern könnte. Ihre Krankheiten bestehen vielmehr fast sämmtlich in Desorganisationen, die sich gleichgültig der Continuität oder dem Saftlauf folgend verbreiten, ohne daß aus dem Innern heraus ihnen eine bestimmte Rückwirkung entgegenträte.

5. Wodurch wird nun physikalisch der Stoffwechsel hervorgebracht, und wie werden die chemischen Verwandtschaften für die Zwecke des Lebens regulirt? Wir wissen, daß auf diese Fragen besonders die Lebenskraft zur Antwort gegeben wird, welche den besondern chemischen Zustand der Theile während des Lebens gegen die Fäulniß erhalte, auch haben wir (III, 1) die möglichen Hypothesen angeführt, die man zur Erklärung dieser Wirkung machen könnte, wenn sie nämlich überhaupt ein beobachtetes Factum wäre. Dies ist jedoch nicht der Fall. Allerdings sind die Erscheinungen der Fäulniß nach dem Tode dem äußern Aussehn nach ganz anders, als die des Stoffwechsels im Leben, allein nichts nöthigt uns, in beiden Erscheinungen verschiedene Grundkräfte, verschiedene Gesetze, ja auch nur beträchtlich verschiedene chemische Processe anzunehmen. So lange es möglich ist, durch die überall geltenden Gesetze der Natur eine Erscheinnng zu erklären, so lange ist es methodisch verboten, zu neuen, transscendenten Gesetzen seine Zuflucht zu nehmen; die Erklärung ist hier möglich, sobald man die Verschiedenheit der bedingenden Umstände in Rechnung zieht, die während des Lebens und nach dem Tode auf den Chemismus der Körpertheile einwirken. So wie der Gang des Menschen ein fortwährendes Fallen ist, das bei jedem Schritte eine neue Hemmung erfährt, so ist der Stoffwechsel während des Lebens eine continuirliche Fäulniß, die fortwährend am Weitergreifen gehemmt wird, so daß sie nie die nämlichen Er-

ſcheinungen, wie nach dem Tode hervorbringt, obgleich ſie ſonſt vollkommen denſelben chemiſchen Geſetzen folgt. Keine Lebenskraft hindert durch einen unbegreiflichen Einfluß die Maſſen des Körpers, ſich ihrem Streben nach binären Verbindungen zu überlaſſen; dieſe kommen vielmehr größtentheils zu Stande, aber der überall paſſend angeordnete Mechanismus der Secretionen, alſo die Gewalt der gegebenen Umſtände, entfernt ſie, ſo wie ſie entſtehen, aus dem Organismus, und läßt ſie nie ſo gleichgültig ſich anhäufen und in alle ſecundären Wirkungen übergehen, wie es nach dem Wegfall aller dieſer regulirenden Functionen nach dem Tode geſchehen muß. So wie die äußere mechaniſche Einrichtung des Sternenſyſtems einen geſetzmäßigen Wechſel der Wärmevertheilung auf unſerm Planeten hervorbringt, wie das periodiſche Erwachen der Vegetation und ihr Vergehen im Winter nicht von einem zaubernden Traume abhängt, ſondern von dieſem einfachen mechaniſchen Momente, ſo iſt im lebendigen Leibe das Nervenſyſtem einem innerlichen Sternenſyſteme zu vergleichen, indem es durch ſeine mechaniſchen Wirkungen die chemiſchen Veränderungen nach einem beſtimmten Plane lenkt. So ſind die motoriſchen Nerven die Erreger der Circulation, welche die ganze Maſſe ſich zerſetzender Producte fortwährend auf den Markt der Abſonderungsorgane bringt; ſo zwingen die Athembewegungen die Kohlenſäure des Bluts durch die dünne Membran hindurch zu entweichen, weil der Sauerſtoff mit überwiegender Verwandtſchaft ſich mit dem Blute zu vereinigen ſtrebt; ſo erwecken endlich die bewußt und unbewußt ſenſiblen Nerven regelmäßige Zuſammenziehungen einzelner Muskeln, wenn die angehäufte Menge der Ausfuhrproducte ihr peripheriſches Ende reizt. Nichts darf hinwegfallen, als dieſes immer noch mechaniſch wirkende Princip der Nerven, und die Circulation wird ſtehen, ein Chaos der Infiltration mit faulenden Subſtanzen wird nach und nach eintreten, und die Producte, die ſonſt auf verſchiedenen Wegen geſondert verſchiedenen Ausgangspforten zugeführt wurden, werden in eine Colluvies zuſammenrinnen und das Bild der Fäulniß geben. So wirken jetzt dieſelben chemiſchen Gewalten, aber abgelöſ't von dem Naturtriebe, der in der beſtimmten Combination phyſikaliſcher Proceſſe begründet war. Nun aber begehre man nicht, etwa in dem Nervenſyſtem alle jene transſcendenten Kräfte wiederzufinden, die wir unter der Geſtalt der Lebenskraft nicht gelten ließen. Soll das Nervenprincip einen directen Einfluß auf die Miſchung haben, was wir theoretiſch nicht unmöglich und um einiger pathologiſcher Erſcheinungen willen vielleicht wahrſcheinlich finden können, ſo kann dies doch nur ſo geſchehen, daß es ſelbſt als ein chemiſches Element wirkt, in demſelben Sinne, wie ein berühmter Chemiker Wärme und Elektricität in die Zuſammenſetzungsformeln chemiſcher Körper mit aufzunehmen verſuchte.[1]) Ein ſolcher Einfluß der Nerven kann die Urſache ſein, daß wir die Producte der Secretion nicht bis in's Einzelnſte mit denen der Fäulniß vergleichen können, obwohl ſie nahe genug zuſammentreffen. Jene innerlichen Bewegungen, welche die Zerſetzung im Leben reguliren, laſſen nicht alle Verwandtſchaften ſo gleichgültig agiren, wie nach dem Tode; ſie führen einzelne Stoffe zuſammen und ſchicken andere getrennt auf anderen Wegen fort; daher können nicht alle Producte des Lebendigen denen des Todten völlig gleichen. Die Producte der Fäulniß ſind hauptſächlich Kohlenſäure, Waſſer, Ammoniak, Kohlenwaſſerſtoff; von ihnen ſind die beiden erſten auch Zerſetzungsproducte während des Lebens; Ammoniak kommt zwar nur ſporadiſch vor, allein im Harnſtoff finden wir einen Körper, in welchem offenbar die Elemente zu dieſer Zuſammenſetzung hinneigen, und oft ſogar in ſie übergehen; eine Menge koh-

[1]) Vgl. meine Pathol. u. Therap. §. 40. §. 44.

lenwasserstoffhaltiger Substanzen befinden sich gemischt mit stickstoffhaltigen in den Bestandtheilen der Galle. Endlich finden wir, daß die einzelnen Theile in derselben Stufenfolge faulen, in welcher sie lebhafteren Stoffwechsel zeigen. Wie schnelle Fäulniß, wie fortwährende Ausfuhr im Leben zeigt das Blut, wie lange dauern die Knochen, das sämmtliche Horngewebe im Leben so wie im Tode ohne beträchtliche Ernährung und ohne Zersetzung! Alle diese Betrachtungen bringen uns zu dem Schlusse, daß kein Grund vorliegt, eine geheimnißvolle, die gewöhnlichen Gesetze der Chemie überschreitende Zusammenhaltung der ternären Elemente des Körpers durch den Einfluß irgend einer Lebenskraft anzunehmen, daß diese Elemente vielmehr während des Lebens völlig den nämlichen chemischen Wirkungen unterworfen sind, wie nach dem Tode, und daß sie denselben so weit nachgeben, als es die Umstände, die scheidende Kraft der Membranen, die fortwährende Ventilation des Athmens, die Circulation und die austreibende Bewegung gereizter Muskeln ihnen gestatten.

6. Das Leben, ein inneres Princip regelloser Unruhe in sich bergend, verlangte eine äußerst impressionable Materie, verlangte ferner einen leicht eingelenkten und fortwährend schlagfertigen Mechanismus der Krisen zur Herstellung des Gleichgewichts; beides ist erreicht dadurch, daß ein Naturgesetz nicht aufgehoben und umgangen, sondern benutzt wurde. Die leichte Zersetzbarkeit veränderlicher Substanzen giebt dem Leben sowohl die Möglichkeit seiner Functionen als seines Bestehens. Diesen Stoffwechsel nun haben wir bis jetzt aus den Bedürfnissen des gesunden Lebens entwickelt, und so muß man ihn kennen, um seine Bedeutung in Krankheiten zu beurtheilen. Nur für diejenigen äußeren Störungen, die selbst mit zu den Zwecken des Lebens gehören, ist diesem von Natur ein Mechanismus der Abwehr mitgegeben. Zwar ist dessen Tauglichkeit so groß, daß er auch größere Abweichungen oft zu reguliren vermag, aber ebenso oft wird er ihnen unterliegen. Um diese Verhältnisse der physiologischen Thätigkeit zu den pathologischen Erscheinungen festzustellen, schicken wir noch folgende Bemerkungen voran. Der Stoffwechsel giebt zwar die Möglichkeit einer Ausgleichung an die Hand, allein wenn irgend eine Störung geschehen ist, so kann doch die Regulation nicht anders als so erfolgen, daß sie selbst durch mechanische Processe provocirt oder ausgelöst wird. Wir dürfen hier nicht wieder das Unmögliche verlangen, daß die Lebenskraft als ein höherer Zuschauer den Zustand des Systems gewahr werde, und nun nicht nur das Zweckmäßige wähle, sondern auch vollziehe; die Rückwirkung muß vielmehr selbst durch die Folgen der Störung hervorgehoben werden und mit einer mechanischen Federkraft hervorspringen. Diese mechanische Sollicitation zur Auslösung der regulatorischen Thätigkeiten zu geben ist das Nervensystem in seinen beiden Verzweigungen, den centripetalen und centrifugalen Fasern bestimmt. Nur wo ein so zusammengehöriges System von Massen die einzelnen Theile des größern körperlichen Systems in eine Einheit der Beziehung verbindet, wo in den Nerven selbst eine Bewegung vorhanden ist, deren leiseste an einem Punkte erregte Veränderungen sich ungehemmt fortpflanzen in einer vorgeschriebenen Bahn, und wieder zurückgelangend an die dienenden Massen diesen einen Impuls zu vermehrter oder veränderter Thätigkeit geben, nur da kann eine gesetzmäßige Regulation äußerer Störungen eintreten. Daher fehlen alle Formen heilender Reaction den Pflanzen; darum kommen sie auch bei Thieren nur soweit vor, als die erwähnten Umstände realisirt sind. Nicht alle Theile des Körpers stehen unter einander in einem so sensiblen Gleichgewicht, daß etwa nach dem Ausdrucke phantastischer Bewunderer der Harmonie im Organismus kein Theil im

geringsten erkranken könne, ohne alle übrigen in Mitleidenschaft zu ziehen; vielmehr ist das Verhältniß zwischen sehr vielen von sehr lockerer Art, und es liegt hierin eine Weisheit der Einrichtung, die eben jene durchdringende Verbreitung jeder geringen Störung hemmen sollte, indem sie nie mehr Zusammenhang der Wechselwirkung zwischen den Theilen eintreten ließ, als zur Erhaltung der Zwecke des Lebens nothwendig war. Auch nicht gegen jede Art der Störung ist der Organismus gleich reizbar. Der Körper sollte beweglich sein; so durften Ortsveränderungen, Störungen der Zusammenfassung der Theile im Raume nicht zu den Momenten gehören, die eine Rückwirkung veranlassen; dies macht sich in Krankheiten geltend, da wir in ihnen nie eine Heilbestrebung bei Dislocationen von Theilen sehen, selbst solchen, die dem Zwecke des Ganzen höchst zuwider sind. Das Princip zu solchen Reactionen war im Mechanismus des Körpers nicht aufgenommen, weil es dem gesunden Zustande zuwider war; wir sehen, daß es in Krankheiten nicht supplementär entsteht, sondern der Körper unterliegt dem Schicksal, das ihm seine einmal gegebenen Dispositionen bereiten. Auch die Gestalt einzelner Theile sollte dem Zwecke des Lebens nach vielfach variabel sein, wenn auch in immer engen Grenzen. In Krankheiten tritt die Unbequemlichkeit dieses Princips hervor; äußerst beschränkt ist wenigstens in höheren Thieren die Regeneration; Formumbildungen, Luxuriationen aller Art, wie häufig treten sie auf äußere Reize ein, und wie wenig zeigt sich eine normalisirende Reaction! Auch dies ohne Zweifel, weil Gestaltänderungen dem Princip der Gesundheit nach keine Rückwirkung auslösen, es sei denn, daß sie secundäre Effecte hervorbringen, mit denen eine solche verknüpft ist. Rechnen wir endlich noch hierzu die Summation vieler kleinen Störungen, von denen jede einzelne zu schwach ist, um wirklich eine Reaction zu erregen, alle zusammen aber stark genug, um nach und nach die Structur und die Function eines Theils gründlich zu zerstören, so haben wir nun beispielsweis drei Fälle, wo Veränderungen des Körpers zu Störungen werden, ohne eine heilkräftige Rückwirkung hervorzubringen, weil dem Princip des gesunden Zustandes nach eine solche mit ihnen nicht verknüpft war. Diese Beispiele, denen sich in der Pathologie noch manche anfügen lassen, zeigen uns, daß in Krankheiten wenigstens nicht überall eine zweckmäßig wirkende Heilkraft auftritt, sondern daß sie in den Fällen fehlt, wo sie nicht schon im gesunden Zustande vorgebildet war. Anderseits läßt sich zeigen, daß die wirkliche Heilkraft nur mit den Mitteln des gesunden Zustandes wirkt, daß aber auch diese oft mißbraucht werden. Drei solche Mittel können wir anführen, die ernährende Absonderung, die Ausscheidung, die Muskelbewegung. Zweckmäßig und unzweckmäßig wird die erste häufig nach den Umständen verwendet. In Wunden tritt zur Heilung das gerinnbare Blut aus und sein Faserstoff bildet die verbindende Narbensubstanz; ungeeignet geschehen massenhafte Exsudate in vielen Entzündungskrankheiten, nichts zu bessern vermögend, sondern nur verderblich. Wird eine größere Arterie plötzlich obliterirt, so bringt in einigen glücklichen Fällen der Druck des Bluts ein schönes Heilresultat hervor; er dehnt die Gefäße der Wandungen zu einem Netze aus, das sich fortsetzt in die ergossene Plasmaschicht, und hier- und dahin regellos sich verzweigend sich endlich auch unterhalb der Obliteration wieder in das Lumen des Stammes einmündet. Aber blind und zwecklos entstehen die Gefäße in den Pseudomembranen, deren Ernährung nicht im Zweck des Ganzen liegt, verderblich breiten sie sich in den Geschwülsten luxuriirend aus und bringen deren abnorme Massen in eine unheilvolle Bewegung. Betrachten wir die anderen beiden Mittel,

so finden wir das nämliche Resultat. Nur der Stoffwechsel und die Aussonderungen können in der That eine Heilung herbeiführen, denn sie sind die Processe, die dem gesunden Körper zur Integration gegeben sind. Die Muskelbewegung hat in sich selbst keine Hülfsquelle, um eine Störung des Körpers gründlich zu beseitigen, nur dadurch wirkt sie vielleicht günstig, daß durch sie sich momentan eine Erregung des Nervensystems erschöpft. Aber aus zwei Gründen wird gerade sie im gesunden Zustande durch vielfältige Reize ausgelöst. Sie soll den Stoffwechsel einleiten, die Ausfuhr beendigen; sie soll ferner zur Abwehr feindseliger Eingriffe von außen dienen, und den Bedürfnissen der Seele gehorchen, oft ehe diese dieselben noch ausspricht. Zu diesem Zwecke nun giebt es in willkürlichen und unwillkürlichen Muskeln den Mechanismus der Reflexbewegungen, vermöge dessen die Zuleitung der Eindrücke unmittelbar mit der Ausführung oder wenigstens der Tendenz zu Bewegungen verbunden ist. Auch dieses Princip des gesunden Zustandes sehen wir im kranken bald zweckmäßig, bald unzweckmäßig vorherrschen. Unleugbar werden viele salutäre Effecte durch Husten, Niesen, Erbrechen u. s. f. hervorgebracht; allein zum Schaden des ganzen Organismus breitet sich dieses Princip des Zusammenhangs zu der Krankheitsform der Krämpfe aus. Auf einem Wege, den ihnen die Verbindungsweise der Theile nur zu wohl vorgeschrieben hat, erstrecken sich die Störungen der Organe durch die Zuleitung sensibler Nerven auf die motorischen, und bringen jenen Sturm von Convulsionen hervor, der zwar zweckmäßig gegen einen äußern Feind gerichtet werden könnte, aber einen innern zu besiegen nicht vermag. Während auf diesem Wege das Leben sich in fruchtlosen Reactionen erschöpft, zeigt es sich wahrhaft als Naturheilkraft, wenn es im Fieber den einzigen Weg betritt, den ihm seine gegebenen Verhältnisse vorschreiben, wenn es die Circulation und die zugehörigen Verrichtungen des Stoffwechsels zu seinen Mitteln macht. Hier ist es möglich, eine fortschreitende Heilwirkung zu entfalten, und jene Krise in größerm Maßstabe zu vollführen, die wir als Bedingung des Gleichgewichts in der Gesundheit kennen lernten. Jeder Theil ist von Natur mit den kritischen Processen versehen, die ihm bei seinen gewöhnlichen Anregungen von außen zukommen; so lange diese Processe im Stande sind, mit der nämlichen Geschwindigkeit die Krise sowohl als die Integration zu bewirken, mit welcher die Störungen sie verlangen, so lange wird Gesundheit bestehen. Nie würde es zur Krankheit kommen, wenn die Ausstoßung jenes Products der Krise sich von sich selbst machte; allein die Zähigkeit des physikalischen Zusammenhangs der Massen setzt der regulirenden Thätigkeit allen Widerstand entgegen, den sie zu leisten fähig ist. In der Gesundheit wird dieser Widerstand durch die spontane Zersetzung der organischen Materie aufgehoben, deren Schnelligkeit überall so groß ist, daß sie den kritischen Ansprüchen genügt, die von jedem Organ an sie gemacht worden. Sie ist daher am größten in denen, die den meisten Reizen, den meisten Störungen unterliegen und folglich am häufigsten die Ausstoßung eines Krankheitsproducts verlangen. Allein die Reize und Störungen können den Stoffwechsel überflügeln und eine Krise verlangen, die durch besondere Anstrengung lebendiger Kräfte allmälig vorbereitet werden muß. Dies ist die Ursache, daß es einen Verlauf, eine Dauer der Krankheiten selbst in dem günstigen Falle giebt, wenn die Rückwirkung den einzig passenden Weg des Stoffwechsels einschlägt. Ganz von selbst ergiebt sich hieraus der typische Verlauf der Fieber und die Rechtfertigung jener altherangenommenen drei Stadien der Rohheit, der Kochung und der Entscheidung. Ueber

die Art, wie nun die Krise selbst sich zeigt, was als solche anzusehen ist und sympathische und metastatische Symptome das äußere Bild der Krankheit ververvollständigen, muß ich hier, auf meine pathologische Arbeit mich beziehend, hinweggehen, um die Consequenzen des hier Bemerkten noch in deutlichen Worten hinzuzufügen.

7. Alle die nämlichen Fehler, die in Bezug auf die Lebenskraft gemacht worden sind, sind in neuester Zeit auch in Rücksicht auf Krankheit und Naturheilkraft begangen worden. Beiden hat man ebenfalls eine selbstständige und doch auf nichts beruhende Realität zugeschrieben, anstatt sie für das anzuerkennen, was sie sind, zusammengesetzte Folgen äußerer Einflüsse und innerer mechanischer Bedingungen. Krankheit unterscheidet sich von den Veränderungen des Körpers im gesunden Zustande durch gar kein Princip ihres Wesens, sie ist physikalisch genommen genau ein ebenso gleichgültiges Beispiel allgemeiner Gesetze, wie das Leben und die Gesundheit. Aber ihre Folgen, indem sie die harmonische Erscheinung einer Naturidee gefährden, indem sie etwas anders sind, als nach den organischen Gesetzen sein soll, geben ihr für unsere Betrachtung einen entgegengesetzten Werth, während das Wesen ihres Zustandekommens das nämliche ist. Krankheit und Gesundheit sind Gegensätze für eine ideelle, speculative Theorie, für die physikalische sind sie Verschiedenheiten des Ablaufs von Erscheinungen, hervorgebracht durch die Verschiedenheit der obwaltenden Bedingungen. Niemals wird man überdies eine völlig scharfe Grenze zwischen beiden ziehen können, weil alle Verschiedenheiten physikalischer Processe durch unendlich viele Mittelglieder stetig in einander übergehen können. Aus diesem Umstande sind die Lehren von der Breite der Gesundheit und von der Gewöhnung entstanden, über die ich anderwärts gehandelt habe. Was die Naturheilkraft betrifft, so muß man sie vor allen Dingen im gesunden Körper studiren und sehen, wie sie das Resultat der gegebenen Verhältnisse ist. Niemals tritt sie in Krankheiten als eine neue, sich selbstständig und mit zweckmäßiger Auswahl den Umständen accommodirende, und eben dadurch dieselbe beherrschende Kraft hervor, sondern die einmal vorhandenen Bedingungen wirken in jedem Falle zum Guten sowohl als zum Bösen genau so viel, als sie können und mechanisch müssen. Dies hebt die Wahrheit nicht auf, daß dennoch in vielen Fällen sich eine außerordentliche Tugend des Organismus im Kampfe gegen die Krankheit bewährt; nur dies behaupten wir, daß anstatt einer auf natürlichem Gebiete und durch natürliche Kräfte unmöglichen willkürlichen Ueberlegung und Abschätzung der nothwendigen Vertheidigung die Natur dem Körper als Mitgift eine außerordentliche Anzahl glücklicher Umstände zuertheilt habe, durch welche sie das Problem gelöst, daß nun die äußeren Störungen sich selbst an den Rückwirkungen brechen müssen, welche sie mechanisch hervorrufen. Mir wenigstens scheint es noch immer, als gebührte dieser Kunst der größere Ruhm, indem es mehr bedeutet, so schöne Ergebnisse durch einfache Combinationen allgemeiner Gesetze zu erzielen, als sie durch die Willkür einer gesetzlos schaltenden Heilkraft zu erzwingen. Möchte es doch endlich geglaubt werden, daß die Weisheit Gottes keiner Untergötter bedarf, um das Getriebe seiner Welt nothdürftig in Ordnung zu erhalten; daß vielmehr aus den eigenen Mitteln des Mechanismus Alles folgt, was ihm verwirklichen zu dürfen einmal vergönnt ist. Daß ihm nicht Alles vergönnt sei, zeigen uns die Erscheinungen; auch hier ist keine Ausnahme von dem Gesetze der Verwirklichung der Zwecke gemacht; auch hier, wenn ein-

mal ein zweckmäßiger Mechanismus vorhanden ist, steht es jeder mechanischen Ursache, die ihn erreichen kann, frei, ihn in Bewegung zu setzen, selbst in dem Falle, daß unter den gegebenen Umständen seine Thätigkeit ganz zwecklos wäre. So haben wir es oben an den Krämpfen gesehen, und zahlreiche Beispiele nutzloser und schädlicher Sympathien und Metastasen würden sich hier zum Beweise noch anreihen lassen, daß zweckmäßige Benutzung und Mißbrauch der gefunden Zusammenhänge wechselnd nach der Natur der Umstände im Verlaufe der Krankheiten auftreten. Hierdurch zum Theil erfüllt sich das Schicksal des Individuum, vergänglich an der Gattung vorüberzugehen; durch ähnliche zweckwidrige Wirkungen, die im Verlaufe des Lebens nach und nach sich anhäufen, muß auch das allgemeine Gesetz dieser Vergänglichkeit realisirt werden. Die Sterblichkeit der Thiere ist noch immer ein dunkler Punkt der Physiologie. Ihre teleologische oder ihre ideelle Bedeutung ist klar genug, aber der Mechanismus ihres Zustandekommens um so unklarer. Man muß hier vor allen Dingen sich gegen jede Erklärung stemmen, die nicht aus der Erfahrung hervorgeht. A priori läßt sich hier nur die allgemeinste aber auch völlig unbefriedigende Form der Veranstaltungen zeigen, die hier stattfinden müssen, eben jenes Anwachsen eines Widerstandes, der aus dem Ablauf des Lebens selbst hervorgeht. Welches ist dieser Widerstand? Eine fortschreitende Oxydation, eine Vertrocknung, oder Vererdung oder irgend eine andere chemische Umänderung der Massen? Möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß die Ursache in diesem Gebiete liegt, aber nur eine wirkliche Erfahrung kann sie sowohl, als die Art uns zeigen, wie sie selbst entsteht und die Lebensäußerungen allmälig unterdrückt. Betrachtungen, wie die von Treviranus in der Biologie, oder die von Sniadecki, denen Joh. Müller wohl zu viel Ehre angethan, leisten hier nichts; sie gehen einerseits durch viel zu detaillirte und unbegründete Hypothesen über jenen allgemeinen obenerwähnten Begriff hinaus, der für sich fest steht, und kommen doch anderseits nicht dazu, ihn durch thatsächliche Principien zu ergänzen.

Wie sehr wir aber auch in Bezug auf das Ende des Lebens eine Kenntniß des ursächlichen Zusammenhangs vermissen, so schließt sich doch hier die gesammte Ansicht vom Leben zu einer Einheit zusammen, die auf einem höhern Gebiete eine weite Aussicht zu erhebenden Untersuchungen eröffnet, und uns den einfachen und großartigen Zusammenhang der Natur zeigt, der nicht durch zerstreute, hier und da plötzlich auftretende und unvermittelte Zauberschläge hervorgebracht wird, sondern selbst den höhern Zauber in sich besitzt, das Ergebniß der Treue zu sein, mit welcher die Natur an einmal bestehenden ewigen Gesetzen hängt. Wir haben gesehen, wie alle Erscheinungen des geistigen Lebens, der höchste Zweck, der in der körperlichen, irdischen Welt überhaupt zu erreichen war, nur durch rastloses Spiel der Bewegung äußerst veränderlicher Massen möglich war. Aber mit dieser Veränderlichkeit war das Schicksal der Störung und Vergänglichkeit nothwendig verbunden: die Natur des Mittels, welches dem Zwecke dienen sollte, kehrte sich gegen diesen selbst und überlieferte den Organismus den zahllosen Verletzungen, denen das Unlebendige größtentheils entnommen ist. Und so wie Göthe den Gott den klagenden Blumen antworten läßt: schuf ich doch nur das Vergängliche schön; so geht hier die begeisterte Lobpreisung der vollendeten Harmonie des Organismus in der Klage über seine Gebrechlichkeit unter, die zuletzt sich eingestehen muß, daß doch nur das Vergängliche lebend ist. Erheben wir aber unsern Blick über das Ganze des Lebens zu

dem Gedanken einer seine Erscheinungen alle durchdringenden Zweckmäßigkeit, so sehen wir, daß dieses scheinbar regelwidrige, rebellische und unbezwungene Princip, die Natur der physikalischen Mittel, dennoch in die organische Idee des Ganzen mit aufgenommen ist. Was uns früher nur als ein von der Verwirklichung des höchsten Zweckes, des geistigen Lebens, unabtrennbares, nothwendiges Uebel erschien, die Vergänglichkeit und Verletzbarkeit der Stoffe des Leibes, die widrigen Nebenwirkungen, durch die der lebende Körper sich selbst verzehrt, dies Alles zeigt sich jetzt als ein vorbestimmtes Mittel, dem irdischen Leben seine Grenzen zu setzen und die höheren Lebensstufen des Geistes zu verwirklichen. Wie viele lohnende Untersuchungen liegen hier vor uns, über den Rhythmus, in welchem die allgemeine Natur durch ihre scheinbar regellosen Einflüsse das organische Leben beherrscht und in unmerklicher Weise es seinen höheren Bestimmungen entgegenführt. Möge die naturhistorische Schule diesen ihren eigenthümlichen, den ihren Principien zukommenden Gegenstand der Forschung festhalten und weiter entwickeln. Möge sie uns zeigen, welches das eigentliche Wesen der Krankheit ist, in wiefern sie nicht bloß als mechanisches Factum, sondern selbst als eine teleologisch vorherbestimmte Macht der allgemeinen Natur über das individuelle Leben des Organischen in den Zusammenhang aller Erscheinungen der Welt eintritt.

Manches über die einzelnen Vorgänge im thierischen Körper, so wie über seine Stellung zu dem Aeußern, ließe sich hier noch hinzufügen, allein es schien mir nicht in dem Sinne meiner Aufgabe zu liegen, hier einen naturgeschichtlichen, eigentlich zoologischen Standpunkt festzuhalten. Ich wollte nur die Hauptpunkte der theoretischen Schwierigkeiten erörtern und zeigen, wie die thierische Oekonomie in Zusammenhang mit physikalischen Gesetzen gebracht werden könne. Ueber Empfindung, Ernährung und Bewegung, überhaupt über alle Theile der speciellen Physiologie mußte ich die näheren Erörterungen den eigenthümlichen Darstellungen dieser Vorgänge überlassen, die im Plane dieses Wörterbuchs liegen. Nur eine Bemerkung bleibt mir noch in Bezug auf die Stellung der entwickelten Ideen zu der Bearbeitung der Physiologie selbst in empirischem und speculativem Sinne übrig. Daß es nicht gelingen wird, jemals die Physiologie zu einer exacten Wissenschaft zu machen, liegt am Tage; aber dies darf nicht hindern, wenigstens als regulative Principien bei ihrer Bearbeitung die Regeln der allgemeinen Naturwissenschaft zu befolgen. Wie nahe oder wie fern das Resultat von seinem Ziele bleiben mag, ist ein für die Bestrebungen selbst sehr gleichgültiger Umstand; in der Wissenschaft wenigstens ist man ja noch nicht gewohnt, um der Schwierigkeit eines Unternehmens willen die Principien fallen zu lassen, deren Wahrheit man doch sonst anzuerkennen nicht umhin kann. Eine ganz untergeordnete Stellung dagegen muß ich den von mir entwickelten Gedanken der Forderung einer philosophischen Physiologie gegenüber anweisen, welche letztere mir ebensowohl, nur in einer sehr abweichenden Ausführung, für die wahre Vollendung der Wissenschaft gelten muß, als sie von Allen denen dafür angesehen wird, die mit mehr oder minder Glück bisher in der Natur die Spuren einer vernünftigen, sich entwickelnden Idee verfolgt haben. Die Empirie unserer Tage hemmt den Fortschritt in doppelter Weise; sie ist bei

weitem nicht exact genug, um eine wahre Naturwissenschaft in mechanischem Sinne zu begründen; sie ist aber auch größtentheils um dieses Mangels willen anderseits nicht exact genug, um die Basis einer wahrhaft naturphilosophischen Physiologie zu bilden. Namentlich in den früheren Versuchen dieser Art laufen halbe mechanische Betrachtungsweisen, mangelhafte Beobachtung und schlechte, teleologische Ideen durcheinander und haben so leider mit Recht den Abscheu hervorgebracht, den man jetzt gegen jede philosophische Darstellung hegt. Einen neuen Versuch der Art zu machen, schien mir an diesem Orte weder Pflicht, noch gestattet. Ich erwähne dies nur deßwegen ausdrücklich, damit man nicht glaube, daß ich in allen mechanischen Ansichten über das Leben etwas mehr erblicke, als den einen Theil der zu einer vollendeten Biologie nothwendig geforderten Grundlagen.

H. Lotze.

Absonderung.

Mit dem Namen der Absonderung (secretio) belegt man denjenigen Proceß der organischen Oekonomie, durch welchen durch organische Häute erosmotisch durchschwitzende Producte zu eigenthümlichen und charakteristischen Stoffverbindungen und Stoffmischungen umgeändert und zu besonderen Producten combinirt werden. Die hieraus resultirenden specifischen Mischungen heißen Absonderungsproducte, Absonderungen, Secretionen, oder, da sie meist mehr oder minder flüssig bleiben, Absonderungsflüssigkeiten. Da nur flüssige Stoffe, seien es tropfbar oder elastisch flüssige, mittelst endosmotischer und erosmotischer Strömungen organische Häute durchdringen können, so muß sich die Absonderungsmasse, indem sie hindurchtritt, in einem flüssigen Zustande befinden. Ob sie später so bleibt, oder, wie dieses häufig der Fall ist, bald in einer dichtern Consistenz, welche sich zur Durchströmung durch thierische Häute minder eignen würde, erscheint, ist ein secundärer, für den allgemeinen Charakter des Secretionsprocesses gleichgültiger Umstand. Der flüssige durchschwitzende Stoff geht in der Regel, wo nicht immer von einer andern Flüssigkeit, die man mit dem Namen der Absonderungsflüssigkeit, des Secretionsmenstruum oder der Mutterflüssigkeit bezeichnet, aus.

Von dem einfachen Niederschlage (praecipitatio) aus organischen Flüssigkeiten unterscheidet sich die Absonderung dadurch, daß ihre Masse nicht fest ist, sondern daß sie als Fluidum, sobald es sich von der Mutterflüssigkeit getrennt hat, durch organische Häute hindurchgeht. Minder scharf dagegen sind nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen die Differenzen zwischen Durchschwitzung (transsudatio) und Absonderung (secretio) aufzufassen, wenn wir nicht der logischen Consequenz die Thatsachen zum Opfer bringen wollen. Bei beiden Processen dringen flüssige Producte aus gewissen Mutterflüssigkeiten durch organische Membranen. Bei den Durchschwitzungen finden wir in der Regel die Elemente der durchschwitzenden Flüssigkeit schon in der Mutterflüssigkeit vorgebildet; wir haben es dann meist nur mit Educten zu thun. Bei den Absonderungen ist dieses nicht mit allen Stoffen des Secretionsproductes der Fall. Die durchgeschwitzte Masse enthält wahrscheinlich und vorzugsweise diejenigen Stoffe, welche sich in der Mutterflüssigkeit besonders reichlich vorfinden, deren chemische Trennung nicht nur keinen Schwierigkeiten unterliegt, sondern durch die Verhältnisse begünstigt wird, und deren Durchtritt nach physikalischen Momenten leicht erfolgt. Bei der Absonderung findet gleichsam eine determinirte Auswahl aus der Mutterflüssigkeit Statt. Dieses gilt selbst für diejenigen Elemente der Secretion, welche schon in dem Mutterfluidum vorgebildet sind. Die Absonderung ist ein mehr regulirter, planmäßiger, organischer Proceß. Die Durchschwitzung bildet eine

einfachere, physikalisch-chemische Nothwendigkeit, deren fernere Veränderungen von den Theilen und Verhältnissen, auf welche das Product nach dem Durchtritte durch die thierische Haut stößt, abhängen. Bei dem Dunkel aber, welches zur Zeit auf dem innern Wesen der Absonderungsprocesse ruht, ist es gegenwärtig noch nicht möglich, irgend besondere stringente Charaktere der Absonderungen festzustellen und immer bestimmt zu sagen, wo die Durchschwitzung aufhört und die Absonderung anfängt. Die letztere setzt beständig die erstere voraus, ist aber ein fernerer Schritt, eine höhere Stufe der Thätigkeit der Organismen.

Sind es bloße Gasarten, welche der Durchschwitzung anheimfallen, so nennt man den Proceß eine Aushauchung oder auch Ausdünstung (exhalatio s. exspiratio s. perspiratio). Sind es tropfbar flüssige oder halbflüssige Körper oder Lösungen oder Mischungen, so heißt es Ausschwitzung (exsudatio). Da wir bis jetzt nicht wissen, ob die in und an gewissen Absonderungsorganen, z. B. den Lungen, der Haut u. dgl., erscheinenden gas- oder dampfförmigen Producte durch etwas mehr, als durch bloße Aushauchung frei werden, so ist eine analoge Unterscheidung bei den Absonderungen minder gefordert. Viele jedoch gebrauchen den Ausdruck Ausdünstung (transspiratio) für den Bildungsproceß derjenigen gasförmigen Producte, welche an Drüsen, wie den Lungen, oder an drüsenreichen Organen, wie der Haut, zum Vorschein kommen.

Nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen ist es noch nicht möglich, eine specielle Parallele zwischen der Absonderung im Pflanzenreiche und der im Thierreiche zu ziehen. Die sogenannten Drüsen der Gewächse sind nach ganz verschiedenen, nicht nur nicht analogen, sondern meist entgegengesetzten Typen, wie die absondernden animalischen Drüsen gebaut. Bei den Gewächsen sind die Mutterflüssigkeiten der Absonderung sehr verschieden, z. B. Zellensaft, Fluidum der Saftgefäße und Saftbehälter, die von den Wurzeln, den Blättern u. dgl. aufgenommenen Flüssigkeiten, die umgebende Atmosphäre, das umgebende Wasser u. dgl., während sich der Absonderungsproceß im Ganzen mehr auf einfache Durchschwitzungsprocesse zu reduciren scheint. Bei dem Menschen und den Thieren bildet nach den gegenwärtigen Vorstellungen das Blut das entfernte centrale Muttermenstruum aller Absonderungen. Daß andere Fluida, wie Chylus, Lymphe u. dgl., diese Rolle übernehmen können, ist durch keine Thatsache erhärtet, ja sogar indirect als sehr unwahrscheinlich darzulegen.

Während wir nun in Betreff der Secretionen der Vegetabilien auf die Artikel Pflanzenchemie und Pflanzenphysiologie verweisen, wird es hier unsere Aufgabe, die Absonderungsprocesse des thierischen Organismus im Allgemeinen zu erläutern.

Zu jeder thierischen Secretion, die eben keine einfache Durchschwitzung ist, gehören drei Requisite:

1) Ein Blutgefäßnetz, in welchem eine größere oder geringere Blutmasse fortgetrieben wird.
2) Ein Gewebe, welches durch die Ausschwitzungsstoffe des Blutes und die Ernährungsflüssigkeit durchdrungen wird, und welches eben aus diesen Fluidis das Secret darstellt.
3) Eine relativ freie, dem Blutgefäßnetze entgegengesetzt gelagerte Oberfläche, auf welcher das Secretionsproduct erscheint.

Im Allgemeinen ist es nicht die specifische Beschaffenheit des in einem absondernden Organe kreisenden Blutes, welches allein das Bestimmungs-

glied für die specifische Beschaffenheit des Secretionsproductes liefert, obgleich einzelne Absonderungen, z. B. die Galle, allerdings ein eigenthümliches Verhältniß der in das Absonderungsorgan eintretenden Blutmasse vorauszusetzen scheinen. Eben so wenig zeigt sich die Beschaffenheit der Oberfläche und der Gänge des Secretionsorganes von absolutem Werthe; denn wir sehen in der Reihe der Thiere Speichel, Galle, Harn u. dgl. von den verschiedensten Formen der Drüsen abgesondert werden. Wir müssen daher entweder die unter Nr. 2 genannten Gebilde als das specifische Bedingungsglied für die specifischen Qualitäten der Secretion ansehen, oder, was wahrscheinlicher und naturgemäßer ist, annehmen, daß in jedem einzelnen Absonderungsorgane jedes einzelnen thierischen Geschöpfes und zu jeder bestimmten Zeit seines Lebens alle drei Momente gerade so in einander greifen, daß eben die bestimmte Absonderung herauskommt. Hierzu gesellt sich noch der so äußerst dunkele Einfluß des Nervensystems, auf den wir in einem besondern Theile dieses Artikels zurückkommen werden.

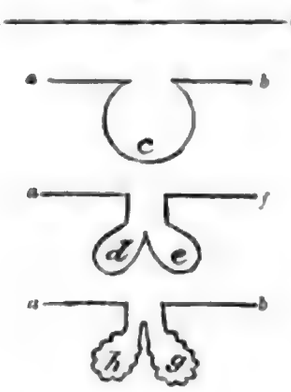
Um nun unserer Darstellung näher zu rücken, müssen wir zunächst die Verhältnisse der absondernden Oberflächen betrachten. Hierdurch nämlich werden wir zu einer speciellern und strictern Bestimmung der eigentlichen thierischen Absonderungsorgane gelangen.

Bei gleichen Verhältnissen der Absonderungsorgane, der für die Secretion bestimmten Mutterflüssigkeit und der übrigen auf diesen Proceß einfließenden Nebenumstände wird die Menge und zum Theil die Beschaffenheit der Absonderung von der Größe der absondernden Oberfläche abhängen. Eine größere Fläche wird dann auch eine größere Secretmenge liefern. Liegt diese bedeutende Oberfläche verhältnißmäßig frei ausgebreitet, so bildet sie zugleich eine größere Verdampfungsfläche. Sobald das Absonderungsproduct heraustritt, kann es dann, wenn sonst die Verhältnisse dazu geeignet sind, Wasser und andere flüssige Bestandtheile durch Verdunstung verlieren, oder, wenn alle seine Stoffe flüchtig sind, gänzlich davongehen. Das Letztere ist z. B. bei der Hautausdünstung der nicht bedeckten Körpertheile der Fall. Einen Beleg des Erstern liefert der Schleim, der, je länger er an der Oberfläche der Schleimhäute haftet, um so mehr seiner Beimischung von Wasser entledigt wird und das Maximum dieses Processes in der Nasenhöhle darbietet. Denn da hier bei dem Ausathmen ein erwärmter Luftstrom hindurchstreicht, so befindet sich der Schleim der Schneiderschen Membran gleichsam in einem intensiven Dürr- oder Trockenapparate und erhärtet daher hier so oft in Verbindung mit losgestoßenen Epithelialzellen zu festeren Fragmenten. Ist hingegen die absondernde Oberfläche eingeschlossener, so kann eine solche Verdunstung gar nicht, oder langsamer und schwächer eintreten. Sind daher die Secrete nicht von vorn herein gas- oder dampfförmig, so müssen sie dann immer in einer mehr oder minder tropfbar flüssigen Gestalt erscheinen.

Bei der verhältnißmäßigen Kleinheit des Menschen und der Thiere konnten natürlich alle ganz freien, flächenartig ausgebreiteten Oberflächen, wie z. B. die der Meningen des centralen Nervensystems, des Herzbeutels, des Lungenfelles, des Bauchfelles u. dgl., keine große Ausdehnung erreichen. Sollte daher eine größere Absonderungsfläche geschaffen werden, so mußte ein anderes Princip, als das der einfachen flächenartigen Entwickelung zur Realisation gebracht werden. Es mußte im Gegentheil die absondernde Oberfläche ohne Verlust ihrer Ausdehnung in einem Organe von kleinem Volumen niedergelegt sein. Der Plan aber, nach welchem dieses geschah, beruht auf folgendem einfachen Grundsatze. Gesetzt wir haben eine Linie

a b von einer bestimmten Länge, so kann die gleiche Länge bei größerer Kürze der Ausbreitung erreicht werden, wenn sie in dem Wege *a c b* verläuft, d. h. wenn nur ein kleiner Theil oder gar keine Parthie derselben horizontal geht, das Uebrige dagegen sich in einer bogenförmigen Einsackung hinzieht. Die Kürze ihres Weges wird sich noch vermehren, wenn sich die Einsackungen zu *d e* oder noch mehr vervielfachen, oder wenn sie selbst wieder, wie *g* und *h*, kleinere Nebensäckchen besitzen. Was hier von der Linie angeführt wurde, gilt natürlicherweise auch von der Fläche. Durch Einsackungen der absondernden Oberflächen wird es auf diese Art möglich werden, größere Secretionsflächen in kleineren Secretionsorganen herzustellen. Nach diesem einfachen Principe sind auch alle absondernden Drüsen des Menschen und der Thiere gebaut. Aus dem obigen Schema ergiebt sich aber, daß die Einsackungen blind endigen, daß sie nach außen eine Oeffnung haben, und daß zwischen den blinden Enden und der Oeffnung eine Anzahl von Gängen, oder Säcken und Gängen vorhanden sein müssen. Dadurch entstehen die blinden Enden und die Ausgangsöffnung, die Säckchen oder Röhren, die Uebergänge und der Hauptausführungsgang jeder secernirenden oder conglomerirten Drüse. Mit der Zahl und der relativen Größe der Drüsengänge wird aber die Größe der absondernden Oberfläche in Verhältniß stehen.

Fig. 1.



Wir haben also auf diese Art zwei Haupttypen von Secretionsapparaten, ausgebreitet und concentrirt flächige. Obgleich dieser Unterschied, wie man leicht bemerkt, nur ein relativer ist, so sehen doch viele Autoren, und vielleicht nicht mit Unrecht, nur diejenigen Mischungen, welche durch concentrirt flächige Secretionsapparate erzeugt werden, für wahre Absonderungen an, da sich wenigstens die meisten der Producte der ausgebreitet flächigen Absonderungsorgane auf bloße Durchschwitzungen zum Theil reduciren lassen. Nichts desto weniger dürfte es des Folgenden wegen nicht überflüssig sein, wenigstens einige Momente der einfach flächigen Absonderung zu besprechen, ehe wir zu der Thätigkeit der eigentlich absondernden Drüsen übergehen.

So verschieden auch die Detailstructur der hierher gehörenden Apparate, wie der Hüllen des centralen Nervensystems, des Herzbeutels, des Lungenfelles, des Bauchfelles, der Synovialhäute der Gelenke, der Membranen der Schleimbeutel u. dgl., sein mag, so finden wir doch überall gewisse allgemeine, auf ihre Absonderungen berechnete Bedingungen realisirt. Wir haben stets aus Fasern zusammengewebte, permeable Häute, welche an der Seite ihrer freien Oberfläche von Epithelialbildungen bedeckt werden, an der entgegengesetzten aber mit Blutgefäßformationen versehen sind. Das in diesen letzteren kreisende Blut ist bei der Permeabilität der Gefäßwandungen und der Häute in die Möglichkeit versetzt, einerseits gas- und dunstförmige Stoffe verdampfen und andererseits tropfbar flüssige Theile herausströmen zu lassen. Von den Blutgefäßen aus müßte diese Strömung allseitig erfolgen. Da sie aber an den relativ freien Oberflächen den geringsten Widerstand findet, so muß nach ihnen ein größerer Zug des Ausströmens stattfinden. Die hier zum Vorschein kommenden Producte müssen reicher an Gasarten, an Wasser, überhaupt an Bestandtheilen, die leichter durchtreten, sein. Würde die so ausgedünstete Masse sogleich fortgeführt, so würde einerseits, wenn die

Temperatur des Organismus sich nicht ändert, keine Verdichtung stattfinden, während andererseits der Proceß in fortwährender Thätigkeit erhalten würde, wie wir auch bei der normalen Hautausdünstung, wenn kein Schweiß vorhanden ist, sehen. Durch die Geschlossenheit der Räume der sogenannten serösen Häute und der ihnen in dieser Beziehung physiologisch ähnlichen Gebilde wird einerseits der Proceß beschränkt und andererseits die Condensirung zu Wasser begünstigt. Dieses letztere nimmt aber lösliche Bestandtheile des Blutes und der Ernährungsflüssigkeit, wie flüssiges Eiweiß, Chlorkalium, Chlornatrium, milchsaures Natron, freies Natron u. dgl., in sich auf. Die so zum Vorschein kommende Wassermenge wird, abgesehen von anderen Rücksichten, verhältnißmäßig um so größer, je geschlossener der Höhlenraum, je größer der Druck ist. Dieses sehen wir auch, wenn wir die verschiedenen hierher gehörenden Höhlungen unter einander vergleichen. Innerhalb der Sackbildungen der Hüllen des centralen Nervensystems z. B. haben wir die sogenannte Cerebrospinalflüssigkeit, die wir durch eine in der Gegend des Atlas gemachte Punctur so leicht bei dem lebenden Thiere abzapfen können, deren Anwesenheit bekanntlich für die volle Integrität der Functionen des Nervensystems nothwendig ist, und die sich, der vorherrschend physikalischen Bedingungen ihrer Existenz wegen, so leicht wiederherstellt, sobald nur eben der Höhlenraum der Meningen geschlossen bleibt. In der Bauchhöhle dagegen erscheint im Normale die meist vorhandene Flüssigkeit viel geringer, in dem Sacke der Scheidenhäute des Hodens dagegen relativ wieder größer. Eine fernere Folge dieser einfacheren Durchschwitzungsprocesse ist aber, daß die hier zum Vorschein kommenden Secrete mit der Beschaffenheit des Blutes in innigster Beziehung stehen. Das Blut muß sich hier am leichtesten gewisser in ihm enthaltener allzu reichlicher Stoffe entledigen können. Spritzen wir z. B. in die Blutmasse eines Thieres eine zu große Menge Wassers ein, so finden wir dann in den Höhlungen des Gehirns, in denen der Hüllen des centralen Nervensystems, dem Herzbeutel, dem Lungenfellsacke, der Bauchhöhle u. dgl. Ergüsse von flüssigen Exsudaten und ihnen zunächst wässerige Infiltrationen des Zellgewebes, wie man bei Experimenten an Pflanzenfressern, z. B. Kaninchen und Schafen, am leichtesten sieht. Bei Hunden, welche die Einspritzung von größeren Wassermassen leichter ertragen, dampft nach der Operation die äußere Haut im strengsten Sinne des Wortes. Das in geschlossenen Höhlen enthaltene Wasser ist nicht rein, sondern erscheint oft gelblich oder röthlich gefärbt und enthält immer leicht lösliche Bestandtheile des Blutes und der Ernährungsflüssigkeit. Durch die analogen Verhältnisse bildet die Natur selbst die Wassersuchten, deren Fluida wieder die im Blute dann vorherrschend vorhandenen Massen, wie flüssiges Eiweiß, Harnstoff, harnsaure Salze, gelben Farbestoff u. dgl., enthalten. Aus demselben Grunde lagern sich bei allgemein febrilen Aufregungen oder localen Reizungen Faserstoffproducte vorzugsweise an diesen serösen Häuten ab. Es erklärt sich hieraus, wenigstens theilweise, weßhalb diese Membranen so oft der Sitz von Entzündungen sind, oder vielleicht richtiger, weßhalb vorzüglich an ihnen die Erzeugnisse krankhafter Vergrößerungen des Faserstoffgehaltes des Blutes zum Vorschein kommen. Gesellt sich zu dem größern Faserstoffgehalte ein größerer Wasserreichthum, so erscheinen flüssige Exsudate, die entweder gerinnbaren Faserstoff besitzen, oder aus welchen sich der Faserstoff sogleich niederschlägt, während andere organische und unorganische Bestandtheile aufgelöst bleiben, oder die statt des Faserstoffes Eiweiß enthalten. Ob dieses letztere dann von vorn herein durchschwitzte,

oder zum Theil dadurch entstand, daß die Fibrine in Eiweiß verwandelt wurde, bleibt dahingestellt. Der niedergeschlagene Faserstoff verharrt in seiner einfachen Präcipitationsform, was viel seltener geschieht, oder organisirt sich ferner, besonders wenn im Momente der Ausschwitzung der Wassergehalt geringer ist. Es entstehen nach den bekannten Entwickelungsgesetzen Exsudatkörperchen, Exsudatzellen, Exsudathäute, Exsudatfasern.

Analoge Processe, wie in den eben angeführten normalen Behältern größern Umfanges, sehen wir in anderen kleineren faserigen, eine abgeschlossene Höhle erzeugenden Gebilden eintreten. Das einfachste Beispiel liefern die Hydatiden. Hier haben wir ähnliche anatomische Elemente, nach innen eine freie Fläche, nach außen Blutgefäße und zwischen beiden permeable Häute. Die in dem Balge enthaltene Flüssigkeit zeigt auch wieder Bestandtheile, wie Wasser, flüssiges oder geronnenes, dann oft mechanisch suspendirtes Eiweiß, Coagulum von Fibrine oder ähnlichen Proteinstoffen, Chlornatrium, schwefelsaures Kali, kohlensaures oder mit einer organischen Säure verbundenes Natron und phosphorsauren Kalk (Göbel, Collard de Martigny). Eine fernere Organisation des Exsudates findet hier in der Regel nicht Statt. Dagegen können wir, wenn wir wollen, als ein das Letztere darbietende Beispiel den Graafschen Follikel betrachten. Außerhalb der membrana folliculi haben wir wieder das Blutgefäßnetz für die Herbeiführung der Mutterflüssigkeit und nach innen von derselben die geschlossene Follicularhöhle. Durch die Follicularhaut selbst muß die Durchschwitzung geschehen. Die transsudirte Masse dagegen, welche, abgesehen von dem Eichen und dessen Nachbargebilden, das übrige contentum folliculi erzeugt und vermehrt, organisirt sich hier nach den für diesen Theil speciell bestimmten Gesetzen. Fehlt diese Organisation bei fortdauerndem Durchschwitzungsprocesse, oder vermehrt sich der Wassergehalt auf eine gar zu bedeutende Weise, so erhalten wir sich immer vergrößernde Hydatiden, wie sie auch in den Ovarien des Menschen, des Schweines, des Pferdes und der Haussäugethiere sehr häufig vorkommen.

Bei den eben betrachteten Vorgängen haben wir hinter einer permeablen Haut Blutgefäße, vor derselben eine freie Fläche. Wir müssen uns nun vorstellen, daß der liquor sanguinis die Tendenz hat, nach allen Seiten hin aus den Gefäßen durchzuschwitzen und auf diesem Wege hier, wie überall, Ernährungsflüssigkeit auszuscheiden. Sind die Organtheile mit dieser gesättigt, so muß der Hauptstrom nach der freien Oberfläche hin gehen. Die permeable Haut setzt aber der Durchströmung einen um so größern Widerstand entgegen, je dichter ihre Fasern zusammengewebt, je inniger ihre übrigen Gewebtheile an einander geheftet sind und je dicker die permeable Membran selbst mit ihren verschiedenartigen Lagen ist. Es müssen daher diese Bedingungen mit der Dichtigkeit der transsudirenden Stoffe in umgekehrtem Verhältnisse stehen. In der That sehen wir auch in den an den freien Oberflächen erscheinenden Producten Gase und Wasser vorherrschen. Ist in der Blutmasse ein zu großer Wasserreichthum vorhanden, so bilden, wie die mit Wassereinspritzungen gemachten Versuche lehren, die serösen Häute gleichsam Filtrirapparate, durch welche sich das Blut eines Theiles seines Wassers entleert und eine dichtere Consistenz gewinnt. Auch die aufgelöst'en Stoffe können noch bei ihrer bedeutenden Verdünnung mit Wasser dann durchtreten. Daher kann auch gerade das Umgekehrte, d. h. eine geringere Consistenz des Blutes daraus resultiren. So entledigt sich dieses bei Entzündungen überschüssigen Faserstoffes durch Exsudate, welche an den freien Oberflächen erscheinen.

Bei den eben betrachteten Absonderungen functionirt das Blut als die Hauptflüssigkeit, welche das Ernährungsfluidum neben dem Secrete ausschwitzt. Wir werden sehen, daß das Gleiche auch bei den drüsigten Absonderungen stattfindet. Das Ernährungsfluidum spielt so eine mehr untergeordnete Rolle. Anders dagegen wird es bei den Ernährungserscheinungen selbst. Hier bildet das Nutritionsfluidum die nächste Mutterflüssigkeit, die freilich aus dem Blute als der entferntern stammt.

Betrachten wir nun die concentrirt flächigen Absonderungsorgane, die conglomerirten Drüsen, so müssen wir zunächst ihren Hauptcharakter, die mehr oder minder bedeutende Größe ihrer absondernden Oberfläche ins Auge fassen. Schon oben haben wir gesehen, daß hier das Problem der Vergrößerung der Secretionsfläche dadurch gelöst wurde, daß sich die absondernde Haut mannigfach ein- oder ausstülpt, das einfachste Mittel, um Oberflächen, welche die des Körpers um Vieles übertreffen würden, so massig concentrirt in einem kleinern Volumen herzustellen. Natürlicherweise kann dieses Endziel unter sehr verschiedenen Formen der Ausstülpungsbildungen erreicht werden. Soll die Vergrößerung möglichst gering ausfallen, so gräbt sich ein bloßer Blindsack ein. Es entsteht unter kleineren drüsigten Gebilden ein sogenannter einfacher oder, wie er nach den Resultaten der mikroskopischen Untersuchung heißen müßte, ein einfachster Follikel. Es unterliegt keinem Zweifel, daß im Verhältniß zu den übrigen Drüsenbildungen gerade diese Formation die sparsamste ist, weil bei ihr die Oberflächenvergrößerung noch zu gering ausfällt. Die Natur bringt daher lieber selbst an solchen einfachen Drüsenausstülpungen kleinere Nebengruben oder Nebensäckchen an, um auch in dieser beschränkten, ihr vorliegenden Aufgabe das Möglichste zu leisten. Dagegen wählt sie sehr oft diese einfache Ausstülpungsform, wenn sie größere, ohnedies flächenartig auszubreitende Oberflächen vermehren oder mit Nebenapparaten versehen will, wie z. B. der Blinddarm, der Wurmfortsatz und die vielen einfachen Nebenröhren in den verschiedensten Organen der Thiere beweisen. Bildet sie aber an den einfachen Drüsenausstülpungen Nebensäckchen, so können die Höhlungen von diesen im Verhältniß zur Haupthöhlung von sehr verschiedener Größe sein. Werden sie größer und zahlreicher, so geht hierdurch der einfache Follikel unmittelbar in den zusammengesetzten über. Die ferner noch fortschreitende Oberflächenvergrößerung ist nun aber auf zwei Wegen, die wir auch beide in den verschiedenen Drüsen realisirt finden, zu erzielen.

1) Der Drüsenkanal verlängert sich sehr bedeutend. Schon dadurch, daß er ein Rohr darstellt, daß allda die Absonderungsfläche eingerollt ist, wird an Raum gewonnen. Da aber die Länge dieses Rohres, wenn es longitudinal ausgespannt wäre, die Länge des Körpers oder wenigstens das Spatium, wo es placirt werden soll, um Vieles übertreffen würde, so ballt es sich knäuelförmig zusammen. Damit aber auch hier möglichst wenig Volumen bei möglichst großer Absonderungsfläche eingenommen werde, wählt die Natur nicht ein großes weites Rohr, sondern viele dünne Röhren. Bei den sogenannten röhrigen Drüsen, z. B. den Hoden, den Nieren des Menschen, ist diese Idee mehr oder minder vollständig realisirt. Nur wo die Oberfläche minder groß ausfallen soll, wird der Plan nicht bis zu einer bedeutenden Verkleinerung und Zusammenknäuelung der langgezogenen Drüsenröhre ausgedehnt, wie z. B. die Speichelgefäße, die vorderen und hinteren Darmgefäße der Insecten, die Leberschläuche der Dekapoden u. dgl. lehren.

2) Der röhrenförmig gebaute Drüsengang verästelt sich baumförmig.

Diese Verzweigungen setzen sich mit fortwährender Verkleinerung der Drüsenröhren bis zu deren blinden Enden fort. Die Endtheile selbst sind entweder zugespitzt, oder abgerundet, oder knopfförmig angeschwollen. Im letztern Falle redet man daher von Endköpfchen oder Endknöpfchen oder Endbläschen einer Drüse. Ein nach diesem Plane gebautes absonderndes Organ heißt eine massige Drüse. Hierher gehören z. B. bei dem Menschen und den Wirbelthieren die Thränendrüse, die Mundspeicheldrüsen, die Bauchspeicheldrüse u. dgl. mehr. Natürlicherweise können bei den röhrigen sowohl, als den massigen Drüsen ein oder mehre Ausführungsgänge existiren. Dem reinen Idealtypus nach sollte jede röhrige Drüse viele, jede massige nur einen Hauptausführungsgang haben. Bei den röhrigen Drüsen, z. B. bei den Nieren, entsteht aber dadurch eine Abweichung, daß ein Hauptausführungsgang sich gabelig theilt, daß sich aber die Zweige, statt sich ferner zu ramificiren, röhrig verlängert verlaufen. Umgekehrt kann, wie z. B. bei der Vorsteherdrüse, eine scheinbar massige Drüse zahlreiche Ausführungsgänge enthalten, d. h. es können in ihr eine Zahl massiger Drüsen zu einem Organe verbunden sein. Durch diese Verhältnisse hebt sich auch der strenge Unterschied zwischen den röhrigen und massigen Drüsenformen auf. Es werden Mittelgestalten und Uebergänge möglich. Es erklärt sich, weßhalb ein und dasselbe Secret, z. B. der Harn, in der Reihe der Thierwelt bald durch röhrige, bald durch massige Drüsen, oder vielmehr richtiger gesagt, durch Mittelformen, die sich mehr bald dem einen, bald dem andern Typus annähern, abgesondert wird.

In Betreff der Oberflächenvermehrung zeigt sich noch ein Unterschied zwischen den beiden Drüsentypen. Da bei den massigen Drüsen die Drüsengänge mit fernerer Verästelung um so mehr an Zahl zunehmen, je mehr sich ihre Größe verringert, während bei den drüsigen Röhren der Unterschied der Weite des Anfangs- und Endrohres unbedeutender ist, so muß bei ihnen unter Voraussetzung eines bestimmten Totalvolumens der Drüse die Oberflächenvergrößerung nach den blinden Enden hin mehr, als bei den röhrigen Drüsen zunehmen. Das Maximum ist dann erreicht, wenn ein bestimmtes Volumen Drüsen mit möglichst zahlreichen und möglichst kleinen Drüsenröhren ausgefüllt ist. Nach diesen Prämissen muß dann auch ein gleiches Volumen Pancreas z. B. mehr Absonderungsoberfläche, als ein gleiches Volumen Parotis darbieten.

In einzelnen Drüsen, wie z. B. in den Samenkanälchen, den Harnkanälchen, den Gallenkanälchen des Menschen, verbinden sich benachbarte Drüsenröhren durch Queranastomosen mit einander. In den Lungen der Vögel ist dasselbe in Betreff der Bronchia im Großen zu sehen. Relativ wird natürlich hierdurch die Oberfläche vergrößert. Allein bei genauerer Betrachtung geben solche Bildungen einen Beleg, daß an den Stellen, wo sie vorkommen, das Maximum der Oberflächenvergrößerung noch nicht erreicht worden, da in dem Zwischenraume, durch welchen die Anastomose hindurchgeht, noch kleinere und kleinste Drüsengänge möglichst concentrirt vorhanden sein konnten.

Der Flächenraum der absondernden Oberfläche einer Drüse und die Zahl der Oberflächenvergrößerung selbst können unter gegebenen Prämissen einer approximativen Berechnung unterworfen werden. Am füglichsten eigenen sich noch hierzu, wie wir bald sehen werden, die röhrigen Drüsen. Man kann nämlich behufs einer annähernden Rechnung jede absondernde Drüsenröhre als einen Cylinder, dessen Höhe h der Länge derselben gleich

ist, betrachten. Da eine Verästelung im Verlaufe hin und wieder vorkommt, während die letzten Parthieen der Röhren, ohne sich ferner zu ramificiren, fortgehen, so dürfte man am zweckmäßigsten verfahren, wenn man das Minimum des Durchmessers der Röhren als den Diameter d des absondernden Cylinders in Rechnung bringt und sich vorstellt, daß eben so viele isolirte Cylinder von diesem kleinern Durchmesser existiren, als Endröhren in der Drüse vorhanden sind. Wenn auch diese Voraussetzung einerseits eine zu große Oberfläche giebt, weil die Anfänge der Röhren (die Stämme der Gabeläste) bei ihren größeren Diametern minder zahlreich sind, so wird dieses doch anderseits dadurch, daß man bei der constant bleibenden Zahl der Röhren das Minimum des Durchmessers derselben in Rechnung bringt, compensirt. Nun gleicht die absondernde Oberfläche eines auf die auseinandergesetzte Weise reducirten Drüsenrohres der peripherischen seitlichen Oberfläche des Cylinders plus der kreisförmigen Basalfläche desselben. Diese letztere entspricht zwar nicht exact dem absondernden Endtheile des Drüsenrohres, da dieses bei seinem Schlusse nicht geradelinigt quer abgeschnitten ist. Allein wenn man in Erwägung zieht, daß die Bestimmung der Höhe des Cylinders, d. h. der Länge des Drüsenrohres, nie ganz exact sein kann, und daß überhaupt bei der Kleinheit des Diameters der absondernden Röhren die Differenz zwischen einer Kreisfläche und der Curvenfläche des blinden Endes relativ untergeordnet ist, so kann man ohne jeden bedeutenden Fehler den kleinen Unterschied, selbst wenn er durch Summation sich vergrößert, außer Acht lassen. Unter den nun angeführten Voraussetzungen beträgt:

die Basaloberfläche des Cylinders $b = \frac{d^2\pi}{4}$,

die Seitenoberfläche desselben $s = dh\pi$;

folglich ist daher die gesammte absondernde Oberfläche eines solchen Drüsenganges

$$x = b + s = \frac{d^2\pi}{4} + dh\pi = \frac{d\pi}{4}(d + 4h).$$

Ist nun die Zahl der in einer Drüse vorhandenen Drüsenröhren $= n$, so beträgt die gesammte absondernde Oberfläche dieser Drüse

$$y = dn\frac{\pi}{4}(d + 4h).$$

Die Zahl der Oberflächenvergrößerung wird natürlich erhalten, wenn man die absondernde Oberfläche eines Samenkanälchens durch die Lumenfläche der Ausmündung desselben dividirt. Bezeichnen wir den Durchmesser der letztern durch m, so beträgt die Lumenfläche $\frac{m^2\pi}{4}$. Wir haben daher für die Oberflächenvergrößerung:

$$z = \frac{4x}{m^2\pi} = \frac{d}{m^2}(d + 4h).$$

Setzen wir nun, was bei den röhrigen Drüsen ohne großen Fehler geschehen kann, $m = d$, so haben wir

$$z = \frac{1}{d}(d + 4h) = 1 + \frac{4h}{d}.$$

Wir wollen nun diese Formeln zunächst auf den Hoden unter den röhrigen Drüsen anwenden. Nehmen wir mit Krause als den mittlern Durchmesser der Samenkanälchen 0″,008 und die Totallänge aller Samenkanälchen zusammengenommen auf 1015′ 3″ an, so finden wir nach der Formel

für x die gesammte absondernde Oberfläche des Hodens. Wir haben daher, da $\frac{\pi}{4} = (0{,}7853981$ ist, für diese die Gleichung $x = (0{,}7853981 \times 0{,}008)$ $(0{,}008 + 40612) = 255{,}1727$ Quadratzoll, also ungefähr 2,5 Quadratfuß. Auf beide Hoden kämen dann im Totale ungefähr 5 Quadratfuß Absonderungsoberfläche. Wird nun nach Lauth angenommen, daß 840 Samenkanälchen in einem Hoden existiren, so erhält man für die Absonderungsoberfläche Eines Samenkanälchens $= \frac{255{,}1727}{840} = 0{,}30377$ Quadratzoll. Die Länge Eines Samenkanälchens betrüge dann $\frac{10153}{840} = 12{,}09$ Zoll. Die Oberflächenvergrößerung wäre daher $= 1 + \frac{48{,}36}{0{,}008} = 6046$. Krause selbst schätzt die absondernde Oberfläche Eines Testikels auf 1,77 Quadratfuß. Behält man dagegen für $d = 0''{,}008$ bei und nimmt mit Lauth $h = 21''$ und $n = 840$ an, so beträgt die absondernde Oberfläche Eines Samenkanälchens $= 0{,}5278$ Quadratzoll und das Totale der Secretionsfläche Eines Hodens $= 443{,}35$ Quadratzoll. Die Oberflächenvergrößerungszahl gliche dann sogar 10501. Die Secretionsfläche der Niere schätzt Krause auf 62,5 Quadratfuß.

Die Berechnung der Oberfläche in den verzweigten Drüsen ist noch viel weniger exact, als in den röhrigen Drüsen, möglich, weil hier die Durchmesserveränderungen noch weniger selbst nur einem Wahrscheinlichkeitscalcul unterworfen werden können. Am leichtesten ist noch das Problem bei den einfacheren Formen dieser Gebilde, z. B. den Drüsen der Magenschleimhaut, löslich. Man bestimme auf senkrechten, mit dem Doppelmesser verfertigten Schnitten die mittlere Länge der einzelnen Magendrüsen $= h$, ihre mittlere Breite $= d$ und die Zahl von Drüsen $= p$, welche in einem Quadratzoll Magenschleimhaut enthalten sind. Ist q die Zahl von Quadratzollen, welche die Schleimhautoberfläche des ganzen Magens als Flächeninhalt hat, so beträgt, da die Absonderungsfläche Einer Magendrüse $= d\,\frac{\pi}{4}\,(d + 4\,h.)$, die Secretionsfläche des gesammten Magens $= p\ q\ d\,\frac{\pi}{4}\,(d + 4\,h)$. In einem erwachsenen männlichen Kaninchen z. B. ergab sich im Magen $h = 0''{,}0160$ und $d = 0''{,}00085$. Auf einen Zoll Länge kamen ungefähr 714 Magendrüschen; daher auf einen Quadratzoll $p = 509796$. Die Oberfläche des Magens betrug zwischen 9 und 10 Quadratzoll. Wir wollen daher $q = 9{,}5$ annehmen. Hiernach würde die absondernde Oberfläche Einer Magendrüse $x = (0{,}7853981 \times 0{,}00085)\ (0{,}00085 + 0{,}064) = 0{,}00004329$ Quadratzoll sein. Die gesammte absondernde Oberfläche des Magens betrüge dann (unter der freilich nicht ganz richtigen Voraussetzung, daß die Magendrüsen überall gleich vertheilt sind) $= 509796 \times 9{,}5 \times 0{,}00004329 = 209{,}656$ Quadratzoll, also ungefähr 2,1 Quadratfuß. Die Oberflächenvergrößerung gliche bei jedem einzelnen Magendrüschen $1 + \frac{0{,}064}{0{,}00085} = 75{,}3$. Die Totalsumme der absondernden Oberflächen sämmtlicher Magendrüschen verhielte sich zum Flächeninhalte der Magenschleimhaut ungefähr $= 22{,}1 : 1$.

Fast unüberwindliche Schwierigkeiten hätten die Berechnungen, wenn sie auf die verzweigten zusammengesetzten Drüsen angewendet werden sollten, da sowohl die Zahlen der Veräftelungen, als die Proportionen, nach

welchen die Diameter gegen die blinden Enden hin abnehmen, nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen noch nicht bestimmbar sind.

Während wir die speciellen Structurverhältnisse der Drüsen in dem Artikel Gewebe behandeln werden, müssen wir, um die nachfolgenden Vorstellungen über thierische Absonderungen verständlicher zu machen, Einiges über den Bau der absondernden Flächen in den Drüsenkanälen und deren Nachbargebilden schon hier anführen. Wir haben in jedem Drüsengange oder Drüsenschlauche drei von innen nach außen auf einander folgende Formationen, eine innere, eine mittlere und eine äußere. 1) Die innere Formation (formatio s. membrana intima) gehört zu den Zellgebilden. In den Enden der Drüsengänge finden wir eine Zellenformation, die entweder aus schon vollständig gebildeten Zellen, oder aus flächenartig gelagerten Kugelkernen, zwischen denen sich eine helle Masse befindet, bestehet. Der Höhe nach existirt eine einfache, oder eine mehrfache Schicht. Je weiter wir aber von den bildenden Enden nach dem Hauptausführungsgange fortschreiten, um so ausgebildeter erscheint die oberflächlichste, sich bei der Flächenausbreitung des durchgeschnittenen Drüsenganges dem unmittelbaren Anblicke darbietende Zellenschicht, so daß hier zuletzt platte Blättchen oder in ihrer Ausbildung vorgerückte Cylinder beobachtet werden. Zugleich vergrößert sich auch die Zahl der über einander liegenden Schichten. Je oberflächlicher dann eine Lage ist, um so mehr sind auch im Allgemeinen ihre Zellenformationen in ihrer Ausbildung vorgeschritten. Die jüngsten Bildungen liegen daher am tiefsten, d. h. in der Nähe der mittlern Formation. Die Zellen haben meist Kernbildungen und oft einen Inhalt, der, wie wir sehen werden, vielleicht mit dem Secrete in Beziehung steht. 2) Die mittlere Formation (formatio s. membrana media s. fibrosa) besteht aus verwebten Fasern, welche in verschiedenen Wegen um den Höhlungscylinder des Drüsenganges herumgehen und daher theils als Kreis-, theils als Längenfasern, theils in schiefen Richtungen erscheinen können. Diese Fasern sind mehr oder minder contractil. Die Zusammenziehungskraft aber ist den Drüsengängen verschiedener Drüsen in sehr verschiedenem Grade ausgetheilt. Während sie sich z. B. in den Hautdrüsen nur in geringerem Maaße vorfindet, erscheint sie in dem Gallenausführungsgange, dem Harnleiter, dem Samenleiter so stark, daß man es durch unmittelbare Reizung dieser Fasern selbst, oder durch Irritation der ihnen zugewiesenen motorischen Nervenfasern zu sehr heftigen peristaltischen Bewegungen bringen kann. 3) Nach außen endlich folgt die äußere Formation (formatio s. membrana externa), welche, wie dieses auch bei den Blut- und den Lymphgefäßen der Fall ist, die geringste Selbstständigkeit hat und mehr der Idee, als der Realität nach ein eigenthümliches Schichtgebilde darstellt. Sie umfaßt die sich außen ansetzenden zellgewebigen Theile nebst den durch diese verlaufenden Blutgefäß- und Nervenparthieen. Die Blutgefäße haben hier die Tendenz, die Secretionskanälchen mit ihren Capillarnetzen zu umstricken. Im Allgemeinen verlaufen die größeren arteriellen und venösen Stämme, wie dieses auch in Betreff der größeren Nervenstämme der Fall ist, dem Hauptausführungsgange, den secundären, tertiären Drüsengängen u. s. w. homolog, stehen oft durch größere quere und schiefe Anastomosen mit einander in Verbindung und senden kleinere Zweige nach innen, damit diese sich für die Substanz dieser größeren Drüsengänge selbst in Capillaren auflösen. Weiterhin scheinen sie sich oft weniger an die Drüsengänge zu halten — eine Sache, die davon herrührt, daß sich häufige Verbindungen zwischen den einzelnen untergeord-

neten Blutgefäßen der einzelnen Systeme der Drüsenkanäle darstellen. Je dünner ein Drüsengang ist, um so leichter wird es ihm daher, in Form eines Netzwerkes von den kleineren durch quere und schiefe Anastomosen verbundenen Blutgefäßstämmchen umgeben zu werden, bis endlich zuletzt ein in den verschiedenen Drüsen verschieden gestaltetes Capillarnetz den mehr oder minder vor dem blinden Ende liegenden Theil des Drüsenganges umspinnt. Welche Capillarformationen auf diesem Wege zu Stande kommen, ist natürlich äußerst verschieden. Bald setzt sich die baumförmige Verzweigung möglichst weit fort, bald finden wir den Typus, den wir auch in den Darmzotten wahrnehmen, daß nämlich an einer Seite eine, seltener mehre Arterien hinauf, an der andern eine oder mehre Venen hinabgehen, während an der Spitze und zum Theil zwischen den Spitzentheilen der größeren Stämmchen Blutgefäßnetze ausgebreitet sind. Bald haben wir endlich, wie dieses bei den Leberformationen des Menschen und der höheren Thiere der Fall ist, eine strahlige Bildung, indem in jeder kleinsten Abtheilung einer Drüse von dem Centrum aus eine Reihe von Röhren ausstrahlen, oder umgekehrt nach dem Centrum convergiren. Nur sehr selten, wie in den Nieren und den Wolff'schen Körpern finden sich an den Arterien Nebenbildungen, wie die unter dem Namen der Malpighi'schen Körperchen bekannten Knäuel.

Dem sei nun aber, wie ihm wolle, so bleiben immer die Höhlungen der Blutgefäße von den Höhlungen der Drüsenkanäle abgeschlossen. Schon zu Ende des 17. Jahrhunderts lehrte dieses Malpighi, so weit es der Stand der damaligen Kenntnisse erlaubte. Die entgegengesetzte Ruysch'sche Ansicht, welche um dieselbe Zeit aufkam, daß nämlich die Elemente der Drüsen aus keinen Acinis oder Drüsenschläuchen, sondern aus Blutgefäßen bestehen, konnte sich natürlicherweise in dieser ihrer Schroffheit nicht erhalten. Ein aber noch in unsere Zeit hineinreichender Ueberrest derselben besteht in der Meinung, daß Drüsengänge und Blutgefäße nicht von einander abgeschlossen seien, sondern an einzelnen Stellen in einander übergehen. Diejenigen Autoren, welche wie Berres, Hyrtl, Cayla noch gegenwärtig diese Annahme vertheidigen, stützen sich auf die Resultate ihrer Injectionen. Werden Drüsengänge und Blutgefäße mit verschieden gefärbten Massen eingespritzt, so treffe man Stellen, wo in einem fortlaufenden Gefäße z. B. rothe und gelbe Masse an einander stoßen. Minder urgirt wird selbst von jenen Forschern die bei forcirten Injectionen nicht selten eintretende Thatsache, daß Massen, welche man z. B. in die Nierenarterie einspritzt, durch den Harnleiter wiederkehren. Wie man sich leicht überzeugen kann, findet dann folgender Hergang Statt. Die einem übermäßigen Drucke ausgesetzten Blutgefäße reißen an einer Stelle. Setzt man das Einspritzen fort, so gelangt die Injectionsmasse in die Nierensubstanz und dringt hier entweder nach außen, oder in die Nierenkelche vor. Findet das Letztere Statt, so ist natürlicherweise der Weg in das Nierenbecken und den Harnleiter ohne Hinderniß und gleichsam von selbst bestimmt. Ich muß aber ausdrücklich bemerken, daß in diesem Falle das Extravasat leichter in die Nierenkapsel und nach außen, als in die Nierenkelche und den Harnleiter dringt *). Diejenigen

*) Eine eigenthümliche hierher gehörende Thatsache hat noch C. Voigt in neuester Zeit wahrgenommen. Bei der Forelle und anderen Fischen nämlich kann man, wenn man eine Masse in den Seitenkanal eintreibt, eine recht gute Injection der Blut-

Forscher aber, welche eine unmittelbare Communication der Drüsengänge und der Blutgefäße mit Recht in Abrede stellen, nehmen nun an, daß die Einspritzungsmasse von einer Stelle der Blutgefäße in eine benachbarte Stelle der Drüsengänge hinein extravasire. Dieser Fall kommt meiner Ueberzeugung nach sehr selten und vielleicht nur da vor, wo, wie in der Leber, besonders günstige Momente dafür vorhanden sind. Denn man denke sich, die Masse durchbreche an einer Stelle die Wandung eines Capillargefäßes. Das Extravasat wird sich sogleich im Zellgewebe verbreiten. Es wird die benachbarten Drüsengänge zusammendrücken, nicht aber in ihre Lumina eintreten. Das oben erwähnte Phänomen des an getrockneten Präparaten scheinbar vorhandenen Zusammenstoßens der beiden Injectionsmassen in einem Rohre hat vielmehr in folgenden Verhältnissen seinen wahren Grund.

Fig. 2.

Nach den Thatsachen, welche oben über den Bau der Drüsen dargestellt wurden, laufen neben einem Drüsengange, z. B. *b c*, die Blutgefäße, z. B. ein größeres Stämmchen *d f*. Nun ist es notorisch, daß sich selbst bei der glücklichsten Injection nicht alle Drüsengänge und alle Blutgefäße gleichmäßig und vollständig füllen, weil in den Blutgefäßen der Druck dem des Herzens nie gleichkommt, meist zu stark ist und weil die Drüsengänge über ihr Normale ausgedehnt werden. Gesetzt nun, der Drüsengang *b c* habe sich bis *a* mit Injectionsmasse gefüllt, während *a b* leer geblieben, so wird die in *d f* eintretende Injectionsmasse leicht durch *d e* dringen, in *e f* aber in vielen Fällen einen Widerstand finden, weil hier der stärker ausgedehnte gefüllte Theil *a c* des Drüsenganges resistirt. Es wird daher leicht der Fall eintreten, daß wir von *b c* nur *a c* und von *d f* nur *d e* injicirt haben. Trocknet nun das Präparat ein, so verschrumpfen *b a* und *e f* in bedeutendem Grade, und *d e* und *a c* scheinen leicht auf den ersten Blick ein Rohr, welches halb mit dieser, halb mit jener Injectionsmasse gefüllt ist, auszumachen. Da jedoch das Einschrumpfen der nicht injicirten thierischen Röhren immer in mehr oder minder unvollständigem Grade stattfindet, so können auch im günstigsten Falle *d e* und *a c* nie in dem ganz gleichen Niveau liegen. Dieses bestätigt die Erfahrung auf das Vollständigste. Scheint auch bei Betrachtung unter einfachen Linsen nur ein Rohr zu existiren, so untersuche man nur das Präparat unter stärkeren Vergrößerungen. Die Lage der beiden verschiedenen Injectionsmassen in zwei verschiedenen Höhen wird auf der Stelle klar. Ich habe diese Erfahrung an eigenen Injectionspräparaten von Hyrtl, welche ich der freundlichen Zuvorkommenheit dieses Forschers verdanke (der Leber des Siebenschläfers, den Nieren des Raben und des Pfaues), gemacht.

Die unmittelbare Anastomose zwischen Blutgefäßen und Drüsengängen ist überdies eine anatomische Unmöglichkeit, so wie, wenn sie existirte, eine regulirte Absonderung aus physikalisch-chemischen Gründen kaum stattfin-

---

gefäße innerer Organe, z. B. des Darms, der Nieren u. dgl., erhalten. Die Masse geht durch den ductus Cuvieri fort. Ob aber die benachbarten Stellen des Seitenganges und des ductus Cuvieri so dünn sind, daß die Einspritzungsmasse in das genannte Blutgefäß extravasirte, oder ob, was unwahrscheinlicher sein dürfte, eine freie Communication und ein nach dem Cuvierschen Gange, nicht aber nach dem Seitengange hin zu öffnendes Klappenventil vorhanden ist, müssen noch nachfolgende, an größeren Fischen anzustellende Untersuchungen lehren.

den könnte. Die Capillargefäße bilden überall ein geschlossenes Ganze und entbehren nirgends ihrer selbstständigen Begrenzungswandungen. Die letzteren besitzen im ausgebildeten Zustande kein cellulöses, sondern ein einfaches Epithelium. Die ebenfalls nie mangelnden selbstständigen Wandungen der Drüsengänge haben zelligte Epitheliumformationen, erscheinen deßhalb auch (wegen ihrer solideren Kernbildungen) mehr oder minder undurchsichtig und werden so kenntlicher. Inosculirten beide Arten von thierischen Röhren mit einander, so müßten, abgesehen von Fasern der Mittelformation, diese beiden verschiedenen Epithelien in einander übergehen — ein Verhältniß, welches durch Erfahrung nicht bewiesen ist und nach Empirie und Theorie wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Gerade in Betreff dieser Streitfrage liefert die directe mikroskopische Beobachtung bis jetzt nur Gegenzeugnisse. Sind die Capillaren einer Drüse noch mit Blut gefüllt, so sieht man unter dem Mikroskope, daß sie durchaus selbstständig die gleich selbstständigen Drüsengänge umspinnen, und daß die Durchmesser ihrer Röhren auch meist bedeutend kleiner, als die der letzten Enden der Drüsengänge sind. Einen directen Uebergang beider Systeme von thierischen Röhren hat noch kein Forscher an frischen uninjicirten Präparaten bis jetzt mit Sicherheit gesehen. Gesetzt nun aber, es existirte eine solche Inosculation, wie wäre eine specifisch secernirende Absonderung möglich? Selbst angenommen, die Capillarröhren, welche in die Drüsengänge sich fortsetzen, seien so eng, daß sie keine Blutkörperchen, sondern nur Blutflüssigkeit hindurchlassen, so müßten die Secrete, oder wenigstens der Inhalt der Drüsenanfänge alle Elemente des liquor sanguinis, mithin auch Eiweiß, flüssigen Faserstoff u. dgl. enthalten, was nie im Normale in so bedeutendem Grade der Fall ist. Wollte man aber annehmen, daß an den Uebergangsstellen Klappeneinrichtungen existirten, durch welche die Secrete in das Blut, nicht aber das Blut in die Secrete gelangen könnte, so wäre der Nutzen einer solchen Einrichtung nicht nur räthselhaft, sondern fast unbegreiflich. Auch müßte dann das Secret, wenn es nicht ausgeleert werden könnte, leicht in die Blutmasse zurückzukehren im Stande sein. Dieses ist aber nicht der Fall. Wie z. B. ein auf der hiesigen Anatomie befindliches Präparat beweis't, bilden sich in einer Niere blasige, durch den zurückgehaltenen Urin erzeugte Räume, wenn durch ein strangartiges Exsudat der Harnleiter, nicht aber die Nierenarterie und die Nierenvene unwegsam gemacht werden.

Im Allgemeinen sieht man die Arterien als diejenigen Gebilde an, durch welche die Mutterflüssigkeiten der Secrete hervortreten, während man den Venen vorzugsweise die Kraft der Resorption zuschreibt; nur die Absonderung der Galle rühre vorzugsweise von der Pfortader her. Diese Ansichten haben auch, so viel die bisherigen Erfahrungen lehren, ihre volle Richtigkeit. Nur dürfte eine speciellere Durchführung derselben nicht unersprießlich sein. Alle Theile des Körpers nämlich, mithin auch Blut und Ernährungsflüssigkeit, befinden sich unter einem bestimmten Drucke. Dieser wird aber in dem Blute durch den Druck des Herzstoßes noch vermehrt. Er wird daher in den Arterien am stärksten, in den Capillaren schwächer und in den Venen am schwächsten ausfallen. Es müssen deßhalb auch in gleichem Grade die Schlagadern mehr Neigung haben, Stoffe aus dem Blute hervortreten zu lassen, als die Venen. In den Capillaren nimmt zwar die Stoßkraft des Herzens ab. Es gesellen sich aber zwei andere wesentliche Momente, welche die Exosmose befördern müssen, hier hinzu. Die Bewegung wird langsamer, insofern die Summe der Lumina der Capilla-

ren die Summe der Lumina der entſprechenden Schlagaderſtämme übertrifft, und 2) die Wandungen der Blutgefäße werden ſo dünn, daß die exosmotiſche Strömung hierdurch ſehr erleichtert und begünſtigt und in einem kaum zu beſtimmenden Minimum von Zeit vollendet wird. An dem Uebergange der Capillaren in die Venenanfänge treten wieder gerade die entgegengeſetzten Momente ein und combiniren ſich mit dem durch den Herzſtoß minder geſchwächten Drucke. Nach dieſen phyſikaliſchen Betrachtungen müſſen wir bei den ſonſt hierüber mangelnden Erfahrungen, welche vielleicht noch manches rectificiren könnten, annehmen, daß die größte exosmotiſche Ausſtrömung aus dem Blute in denjenigen Theilen der Capillaren, in welchen das Blut centrifugal und umbiegend ſtrömt, vor ſich geht.

Gegen die eben gemachte Deduction könnte noch die Gallenabſonderung, die vorzugsweiſe aus dem Pfortaderblute erfolgte, angeführt werden. Allein abgeſehen davon, daß in den Capillaren der Leber eine Anaſtomoſe von feinſten Zweigen der Pfortader und der Leberarterie ſtattfindet, exiſtirt hier, wie Joh. Müller und R. Wagner bei Waſſerſalamanderlarven beobachtet haben, ein pulſatoriſcher Kreislauf in den Capillaren, der jedenfalls eine Ungleichheit des Druckes bedingt, möge dieſer freilich von den Contractionen der untern Hohlader, oder von dem Stoße in der Leberarterie, oder anderen Verhältniſſen herrühren.

Während in den meiſten Drüſen die Verzweigung der Blutgefäße auf einfache, baumförmige Weiſe vor ſich geht, haben einzelne hierher gehörende Gebilde, wie z. B. nach den Beobachtungen von Joh. Müller und Eſchricht die Leber des Thunfiſches, Wundernetzformationen. Es iſt jedoch thatſächlich noch gänzlich unbekannt, welchen Einfluß dieſe Bildung auf die ihren Organen entſprechende Abſonderung ausübt.

Die Hauptfrage nun, ob alle in den Secreten vorhandenen eigenthümlichen Specialſtoffe ſchon im Blute exiſtiren oder nicht, ob daher dem Drüſengewebe nur die Kraft zukomme, die ihm entſprechenden Materien anzuziehen und gleichſam auszuwählen, oder ob es auch, wie anatomiſch und phyſiologiſch wahrſcheinlicher iſt, chemiſch umändernde Kräfte beſitze, läßt ſich bis jetzt nach chemiſchen Daten nicht entſcheiden. Es iſt leicht zu zeigen, daß, wenn wir ſelbſt eine Vorbildung im Blute annehmen, jene Stoffe nur in ſo geringer Menge in demſelben vorhanden zu ſein brauchten, daß ſie leicht der chemiſchen quantitativen Beſtimmung entgingen. Wir wollen z. B. gerade den Harn und unter den Beſtandtheilen deſſelben den Harnſtoff wählen, weil dieſer bekanntlich ſowohl unter manchen krankhaften Verhältniſſen des Menſchen, als auch nach Ausrottung der Nieren bei Thieren im Blute effectiv nachgewieſen worden iſt. Nach den Beobachtungen von Le Canu betrug die Menge des Harnſtoffes, welche in dem innerhalb 24 Stunden abgeſonderten Urine enthalten iſt, im Medium bei 4jährigen Kindern 4,505 Grm., bei 8jährigen 13,471 Grm., bei erwachſenen Frauen 19,1165 Grm., bei erwachſenen Männern 28,0525 Grm. und bei Greiſen 8,1105 Grm. Nun gleicht die wahrſcheinliche Blutmenge im Mittel bei dem 4jährigen Kinde 3,16 Kilogr., bei dem 8jährigen 4,56 Kilogr., bei der erwachſenen Frau 11,17 Kilogr., bei dem erwachſenen Manne 15,66 Kilogr. und bei dem Greiſe 12,72 Kilogr. Bliebe nun die Miſchung des Blutes immerhin während des Umkreiſes deſſelben in 24 Stunden ſtabil, ſo brauchte es bei dem 4jährigen Kinde nur 0,13%, bei dem 8jährigen 0,29%, bei der erwachſenen Frau 0,171%, bei dem erwachſenen Manne 0,179% und bei dem Greiſe 0,063% zu betragen. Es folgt aber aus den Verſuchen von Mar-

chand mit sehr vieler Wahrscheinlichkeit, daß zur Bildung des Harnstoffes nicht bloß die eingenommenen stickstoffhaltigen Nahrungsmittel, sondern auch die verbrauchten thierischen Organtheile die Stoffe liefern. Ist dieses aber der Fall, so würde mit jedem Blutkreislaufe eine neue Portion Urin (schon gebildet, oder gänzlich, oder theilweise in seinen Elementen) in das Blut treten. Legen wir nun auch das Maximum der Zeit des Blutumlaufes als 2 Minuten zum Grunde, so haben wir in 24 Stunden 720 Kreisläufe. Es brauchte daher actuell in dem Blute des 4jährigen Kindes 0,0002%, in dem des 8jährigen 0,0004%, in dem der erwachsenen Frau 0,00023%, in dem des erwachsenen Mannes 0,000248% und in dem des Greises 0,000087% Harnstoff vorhanden zu sein, wenn die in der That durch den Urin abgesonderte Harnstoffmenge herauskommen sollte. Diese kleinen Größen vermag aber natürlich keine Analyse mehr quantitativ zu bestimmen. Wir können sie nur höchstens qualitativ durch die Einwirkung des Harnstoffes auf die Kochsalzkrystallisation wahrnehmen. Ich bin individuell überzeugt, daß sich dasselbe für andere Secretionen, wie Galle, Milch und dgl., beweisen ließe, wenn wir die Mittelmengen, welche von diesen Secreten in 24 Stunden abgesondert würden, kennten. Wir sehen also hieraus, daß der Umstand, daß die eigenthümlichen Secretionsstoffe nicht in größeren Mengen im Blute vorhanden sind, keinen Einwand gegen die freilich aus anderen Gründen angreifbare Hypothese, daß alle Absonderungsmaterien im Blute vorgebildet seien, abgiebt.

Ist aber auch eine solche Vorstellung in ihrer Ausdehnung auf alle Absonderungsstoffe unrichtig, so leidet es keinen Zweifel, daß einzelne Secretionsmaterien schon gebildet aus Blut und Ernährungsflüssigkeit kommen. Hierher gehören vor Allem das Wasser, wenigstens die größte Menge desselben, wie schon das stärkere Uriniren nach dem Genusse von Getränken einfach beweis't, eben so die in vielen Krankheiten vorkommende Absonderung von Eiweiß und die Ausscheidung von Proteinkörpern überhaupt. Wir können daher den Satz annehmen, daß von den einzelnen Stoffen der Secrete einzelne unmittelbar aus Blut und Ernährungsflüssigkeit durch die Drüsensubstanz in das Innere der Drüsengänge gänzlich oder größtentheils hindurchschwitzen, daß aber andere und zwar vorzüglich die specifischen organischen Körper der Absonderungen vielleicht erst bei und durch den Durchtritt durch die Drüsenmasse in ihren eigenthümlichen Elementarverbindungen entstehen. Es läßt sich sogar, freilich aus noch sehr unvollständigen Daten, wahrscheinlich machen, daß selbst Stoffe, welche schon im Blute vorgebildet existiren, noch in größerer Menge durch das entsprechende Drüsengewebe erzeugt werden. Auch hier müssen wir wieder den Harnstoff als Beleg anführen. Nach Exstirpation der Nieren fanden Prevost und Dumas in dem Blute des Hundes 0,83% und in dem der Katze 1,04% Harnstoff, nachdem die Thiere 2 Tage nach der Operation gehungert hatten. Obgleich hierdurch eine sehr wesentliche Quelle der Harnstoffbildung entfernt war, obgleich vielleicht selbst die Ursache hinwegfiel, weßhalb sonst der Harnstoff so reichlich bei Fleischfressern vorkommt (bei dem Löwen, Tiger, Leoparden 13,22%), so sieht man doch, daß unmöglich die angegebenen Procentgehalte groß genug sind, wenn sich aller Harnstoff, der sonst mit dem Urin ausgeleert wurde, in den zwei Tagen nach der Operation im Blute angehäuft hätte. In einem ähnlichen Versuche, den Marchand an einem Hunde anstellte, gaben zehn Tage nach der Operation 3 Pfd. Blut 4,88 Gr. Harnstoff, also noch viel weniger, als die obigen Zahlen. Sollten sich in der

Folge noch fernere Thatsachen für jene Ansicht finden, so würde man zu der Ueberzeugung gelangen, daß zwar einzelne Absonderungsstoffe specifischer Art, wie sie in den Drüsensecreten normal existiren, normal oder pathologisch schon im Blute vorhanden sein können, daß ihre Menge aber dann verhältnißmäßig viel geringer ist, als wenn die entsprechenden Drüsen regelrecht ihre Functionen verrichten. Vielleicht nimmt ihre Quantität um so mehr ab, je schwerer sie sich außerhalb und ohne Drüsengewebe bilden, oder je leichter dann ihre Zersetzung eintritt.

Schon oben haben wir hypothetisch angenommen, daß wahrscheinlich in jeder Drüse die drei bedingenden Elemente, das Blut, das Gewebe der Drüsengänge und die Beschaffenheit der Oberfläche, so correspondiren, daß eben das entsprechende Secret herauskommt. Es läßt sich daher auch wohl vorstellen, daß manchen Drüsen, damit sie ihr bestimmtes Secret liefern können, auch ein bestimmter Platz im Organismus angewiesen ist, so daß ihnen eine für den berechneten Zweck determinirte Blutmasse zugeführt wird. Doch scheinen, so weit unsere bisherigen Kenntnisse reichen, die meisten Drüsen nur überhaupt arterielles Blut als Mutterflüssigkeit der Secretion zu erhalten. Dagegen dürfte die Leber allerdings in dem Falle sein, eine eigenthümliche Blutmasse zu ihrer Absonderung wenigstens zum Theil vorauszusetzen. Halten wir uns zunächst an den Menschen und die Säugethiere, so führt die Leberarterie, wie bei anderen Drüsen, Arterienblut zu. Anderseits liefert die Pfortader das von den Baucheingeweiden rückkehrende venöse Blut. Beide Blutarten vermischen sich in der Leber mit einander. Man stellt sich nun oft vor, daß das Arterienblut der Leberarterie zur Ernährung der Lebersubstanz dient, das Blut der Pfortader dagegen die Galle liefert. Richtiger dürfte aber vielleicht die Annahme sein, daß beide Blutarten ihren Beitrag zur Gallensecretion liefern. Da bei den andern Drüsen das einströmende Arterienblut nicht bloß die Ernährung der Drüsensubstanz, sondern auch das Secret liefert, so liegt wenigstens bis jetzt kein Grund vor, auch nicht in der Leber etwas Aehnliches anzunehmen. Daß aber außerdem das Pfortaderblut den wichtigern Antheil an der Gallenbildung, vorzüglich an der Erzeugung der kohlenstoffreicheren Producte derselben habe, ist im höchsten Grade wahrscheinlich. Es bedarf also zur Erzeugung dieser Absonderung des speciell specifischen Blutes der Pfortader, deren Kreis sich dann bei Vögeln, Reptilien und Fischen nicht bloß auf die Verdauungsorgane und deren accessorische Nebengebilde, sondern durch den Jacobsonschen Nieren-Pfortaderkreislauf auf die Nieren und die hinteren Körpertheile ausdehnt. In den Capillaren der Leber aber vermischt sich dieses eigentliche Pfortaderblut mit dem durch die arteria hepatica herbeigeführten Arterienblute.

Die Mittelbrücke nun zwischen Blut und Ernährungsflüssigkeit einerseits und speciellem Absonderungsproducte anderseits auszufüllen, bleibt bis jetzt fast ausschließlich theoretischen Vorstellungen überlassen. Diese letzteren müssen natürlicherweise den Kenntnissen der Gegenwart entsprechen. Es kann daher von eigenen aushauchenden Gefäßen, welche am Ende selbst als etwas Unbekanntes statt eines andern Unbekannten angenommen werden, nicht die Rede sein. Da aber sehr wahrscheinlicherweise keine bloß einfache Durchschwitzung der Secretionsstoffe aus Blut und Ernährungsflüssigkeit stattfindet, da überdies jede Drüse die vorzüglich ihr Secret charakterisirenden Bestandtheile oder die Elemente derselben anziehen muß, so hat man schon seit längerer Zeit in dem Drüsengewebe selbst die vermit-

telnde Kraft gesucht. Man ließ aus dem Blute eine flüssige Masse transsudiren. Zunächst werde diese zur Ernährung der Drüsensubstanz in Anspruch genommen. Das Residuum dagegen fließe als Secret ab. Die mit Hülfe des Mikroskopes gewonnene genauere Kenntniß des feinern Baues der Drüsen und der Veränderung der thierischen zelligten Gebilde mußte natürlich Gelegenheit bieten, diese allgemeine Vorstellung specieller auszuführen. Hiermit haben sich auch Schwann, Pappenheim und Henle beschäftigt. Wir wissen, daß innerhalb der membrana media in den blinden Enden der Drüsen als membrana intima Zellenkerne oder Zellen vorhanden sind. Es ist wahrscheinlich, daß hier ein fortwährender Bildungsproceß stattfinde. Nun kann 1) durch einfache Durchschwitzung die Ernährungsflüssigkeit durch die Wandungen der Drüsenkanäle treten und als Cytoblastem für neue Kern- und Zellenbildungen fungiren. Der Ueberrest läuft alsdann als Secret ab. Die alten und verbrauchten Zellen und Zellenkerne gehen demselben Schicksale, wie die anderen verbrauchten Parthieen organischer Theile entgegen, d. h. sie werden in den flüssigen Zustand umgesetzt und hinweggeführt. Nach dieser Ansicht wäre die so gebildete Secretmasse das Residuum der Ernährungsflüssigkeit, nachdem diese nach allgemeineren, nicht bloß für die Drüsen gültigen Gesetzen die zur Erhaltung nothwendige Restitution übernommen. 2) Die Ernährungsflüssigkeit bilde auf die unter Nr. 1 geschilderte Weise die Zellenkerne oder Zellen in den Drüsengängen. Das Residuum derselben gelange einerseits in die Höhlungen der Drüsenkanäle und anderseits in die Drüsensubstanz durch tränkende Ernährungsflüssigkeit. Die mit dieser sich vermischende Portion erleide die Veränderungen der letztern (s. d. Art. Ernährung). Mit dem in den Höhlungen der Drüsenkanäle befindlichen Antheile vermischen sich die durch Auflösung oder andere Veränderung der aufgelöst'en Zellen sich bildenden Substanzen, um die Elemente der hier entstehenden Absonderungsproducte abzugeben. Eine größere Menge von Wasser oder sehr verdünnten organischen Lösungen komme dann schon durch einfache Transsudation hinzu, weil wegen der Höhlungen der Drüsengänge der Austrittswiderstand nach dieser Seite hin am geringsten ist.

Es lassen sich nun natürlicherweise die Zellenveränderungen, welche so die Bildung des Secretes bedingen, auf sehr verschiedene Art denken. a) Es können sich Kerne ablagern, während das Cytoblastem nie aus den Kernen in das Secret übergeht. b) Das Gleiche findet nach vollständiger Bildung von Zellen Statt. c) Die früher soliden Kerne verflüssigen sich erst im Innern und dann gänzlich. Als Mittelstufe dieses Ganges erschiene ihr sogenanntes Hohlwerden. d) Es bildet sich im Laufe ihrer vorschreitenden Entwickelung ein Zelleninhalt, welcher gewisse eigenthümliche Secretionsstoffe enthält. Der Austritt desselben geschieht durch Durchschwitzung, oder Platzen der Zellen, oder durch Auflösung der Zellenwände. e) Es geht eine Bildung nach dem Typus der Entstehung von Zellen in Zellen vor sich. Die Ernährungsflüssigkeit liefert hier, wie überall, das Material, während die weiteren Veränderungen nach Specialkräften, die uns bis jetzt ihren Ursachen nach unbekannt sind, eintreten. Sobald die jungen Zellen einen gewissen Entwickelungsgrad erreicht haben, geht die Mutterzelle d. h. die ursprüngliche Zellenwandung mit dem primären Zelleninhalte verloren und liefert seinen Antheil an dem Absonderungsproducte. Henle, welchem Bischoff beistimmt, hat diese Vorstellung am weitesten ausgedehnt. Er stützt sich hierbei auf die geschlossenen Bälge in den Peyerschen Drüsen,

auf die von Wasmann an der Magenschleimhaut des Schweines beobachteten Gebilde und auf die geschlossenen Cysten, welche überhaupt so häufig an Schleimhäuten wahrgenommen werden. Ihre umgebende Haut ist vollkommen structurlos. Innerhalb derselben finden sich dann Körperchen, wie sie in den Drüsenacinis und an Schleimhäuten, die scheinbar keine einzelnen Schleimdrüsen besitzen, vorkommen. Eine Entleerung dieses Inhaltes ist aber nur durch Auflösung, oder durch Bersten der Zellenmembran möglich. Nach dem durch die Entwickelungsgeschichte nachgewiesenen Gesetze der isolirten Entstehung bildet sich ein Drüsenköpfchen nicht durch unmittelbare Ausstülpung des Drüsenganges, sondern während dieser sein selbstständiges Lumen hat, erhält die Mutterzelle des Drüsenköpfchens ihre ebenfalls selbstständige Höhlung, indem ihre junge an den Wandungen befindliche Kernbrut als die Körner der membrana intima erscheint. Später inosculiren secundär beide Höhlungen in einander. Man denke sich den analogen Proceß in dem Erwachsenen perpetuell. Die neu gebildete Mutterzelle tritt so mit dem Drüsengange in Verbindung, so daß eine Weiterbeförderung und Ausleerung möglich wird. Ich muß jedoch gestehen, daß mir die bis jetzt bekannten Thatsachen für eine solche Ausdehnung der Hypothese nicht zu sprechen scheinen. Bei den Schleimhäuten schon müßte das einfache Platzen der Mutterzelle die Stelle eines Ausführungsganges ersetzen, was nur denkbar wäre, wenn der primäre geschlossene Balg in der Epitheliallage sich befände. Sonst müßte kein einfaches Platzen, sondern die Formation eines kürzern oder längern Ausführungsganges stattfinden. Bei den massigen Drüsen müßte eine sehr ausgedehnte fortwährende Regeneration von blinden Drüsenenden vorhanden sein. Ihnen fiele besonders die Bildung des Secretes zu, während die fertigen Kolben der Drüsengänge gar keine, oder nur eine Nebenrolle spielten. Ich glaube nicht, daß sich unterstützende Belege hierfür anführen ließen. Wie diesem nun aber auch sei, so bleibt es der Folgezeit überlassen, alle diese hypothetischen Vorstellungen durch Thatsachen zu erhärten, oder zu widerlegen und das Wahre von dem Falschen zu sondern. Von anatomischer Seite müßte man zu verfolgen suchen, ob und wie mit der Bildung von eigenthümlichen Absonderungen Veränderungen in den Drüsengängen und vorzüglich in den Endköpfchen und der innern Formation derselben vor sich gehen. Chemisch wären vorzüglich die Zellen derselben und deren Inhalt zu prüfen. Durch physiologische Versuche müßte man die Absonderung einzustellen suchen und dann nachsehen, ob auch in den Zellenbildungen Veränderungen vor sich gehen. In letzterer Beziehung habe ich einige Experimente, die mich jedoch zu keinem definitiven Resultate geführt haben, angestellt. Machen wir nämlich durch die Lebersubstanz eines Menschen oder eines Säugethiers mittelst des Doppelmessers einen feinen senkrechten Schnitt und untersuchen diesen unter dem Mikroskope, so sehen wir dicht an einander befindliche Zellenbildungen in strahliger Anordnung neben einander liegen. Diese Zellen haben einen körnigen Inhalt. Theils in, theils an ihnen sieht man gelbe Körnchen, welche an ähnliche in der Galle vorkommende Gebilde erinnern und sich gegen Reagentien, besonders Mineralsäuren ähnlich verhalten (s. den Art. Gewebe). Da es nun sehr wahrscheinlich ist, daß die Galle zu einem sehr großen Theile durch das Blut der Pfortader abgesondert werde, kam ich auf die Idee, zu untersuchen, wie sich diese Zellen nach Unterbindung der vena portae verhalten würden. Schneidet man bei Kaninchen hinter den Rippen auf der rechten Seite die Bauchdecken durch, und sind die Därme und vor-

züglich der Dickdarm nicht zu sehr gefüllt, so gelingt es leicht, zur Unter- oder Hinterfläche der Leber zu kommen und sowohl die Gallenblase, als die Pfortader bloß zu legen. Nun schiebt man unter das freie blinde Ende der Gallenblase ein Uhrgläschen, sticht an der Spitze derselben ein, läßt sämmtliche Galle, die in der genannten Blase enthalten ist, ablaufen und schließt die gemachte Oeffnung durch eine umgelegte Ligatur. Hierauf schreitet man zur Unterbindung der Pfortader, die man leicht mit einer Nadel umstechen kann. Nach dieser Operation gingen mir aber die Kaninchen sehr bald, schon nach wenigen Stunden zu Grunde, so daß keine bestimmte Schlüsse zu unternehmen waren. Die Gallenblase blieb durchaus vollkommen leer. An den Leberzellen ließ sich noch kein wesentlicher Unterschied wahrnehmen. Um bessere Resultate zu erhalten, verfuhr ich auf die genannte Weise, schnürte aber die Ligatur um die Pfortader fest an (wobei kein Schmerzensschrei, jedoch Widerstandsbewegung beobachtet wurde) und lös'te sie dann wieder ab. Diesen Versuch überlebte ein Thier ungefähr 2 Stunden. Die Gallenblase, welche bei der Operation von enthaltener Galle vollständig ausgedehnt gefunden wurde, war noch nach dem Tode vollkommen leer. Die gelben Körnchen in und an den Leberzellen waren noch vorhanden, schienen aber allerdings sparsamer zu sein, obgleich natürlich ein sicheres Princip für eine genauere Parallele mangelte. Was übrigens das Aufhören oder wenigstens die Verminderung der Gallensecretion betrifft, so stand diese in der zweiten Versuchsreihe wahrscheinlich nicht sowohl wegen der durch die Ligatur erzeugten Affection der Lebernerven, als wegen der nachfolgenden Entzündung und Stockung des Blutes still, wie wir etwas Aehnliches nach der analogen Operation auch bei den Nieren erfolgen sehen.

Sobald das Secret in den Höhlungen der Drüsenkanäle sich befindet, besitzt es schon gewisse mehr oder minder charakteristische Eigenthümlichkeiten, welche dasselbe von Blut, Ernährungsflüssigkeit und anderen Absonderungen unterscheiden. Der Harn z. B. zeigt seinen Harnstoff und seine harnsauren Verbindungen, die Galle ihre gelben Bestandtheile u. dgl. mehr. Indem nun aber die Absonderungsflüssigkeit in dem Bereiche der Drüse ferner fortschreitet, kann sie entweder noch dieselbe bleiben, oder neue Veränderungen eingehen. Bei Secreten, welche, wie z. B. der Harn, viel Wasser enthalten und sehr schnell abgeführt werden, scheinen solche secundäre Veränderungen zu fehlen, oder sehr unbedeutend zu sein. Bei längerem Aufenthalte in den Drüsengängen wird ein wasserärmeres Secret producirt, wie die Speicheldrüsen, die Leber u. dgl. lehren. Erfolgt auch die Secretion langsamer, so enthält sie ebenfalls weniger Wasser. So ist der gewöhnliche Mundspeichel z. B. concentrirter, als derjenige, welcher sich in reichlicher Menge einstellt, wenn wir uns einer uns angenehmen Speise erinnern, oder dieselbe riechen. Daß auch innere chemische Veränderungen vor sich gehen, steht dahin. Bei den fettigen Absonderungen z. B. dürften so Umänderungen von Elain- in Stearinkörper noch am ersten anzutreffen sein. Daß der abgesonderte Schleim der Schleimhäute sich verdichte, haben wir schon oben angeführt. Wie aber endlich bei den Durchschwitzungen der exsudirte Faserstoff sich weiter zu organisiren vermag, so lehrt wenigstens das eine Beispiel des Samens, daß auch in einer Secretion eine selbstständige Organisation Fuß fassen und bis zur Production sehr eigenthümlicher Gebilde fortschreiten kann. In den verwickelten Samenkanälchen finden wir Samenkörperchen, weiter nach unten in Cysten eingeschlossene Spermatozoen mit körnigen Nebenmassen, endlich bloße in Hüllen enthaltene Samenthier-

bändel und zuletzt freie Samenthierchen. Wir haben so nach Continuität der Samenröhrengebilde von den blinden Enden bis zu dem vas deferens eine vollständige progressive Entwickelung des Hauptbestandtheiles dieser Absonderung.

Ueber den Einfluß der Nerven auf die Secretion liegen bis jetzt nur einzelne isolirte Thatsachen, welche keine genügende Theorie erlauben, vor. Die tägliche Erfahrung lehrt schon, daß durch verschiedene Thätigkeiten der nervösen Gebilde des Körpers Absonderungen in sehr auffallend kurzer Zeit quantitativ und selbst qualitativ verändert werden können. Hierher gehört z. B. das Weinen bei traurigen oder sehr freudigen Gemüthsaffecten, das Zusammenlaufen des Speichels im Munde bei dem Geruche angenehmer Speisen oder der Erinnerung an dieselben, die Verminderung der Milchabsonderung durch Schreck, Aerger u. dgl. Durch Gemüthsbewegungen kann sich z. B. die Milch sehr leicht zu einer für den Säugling fast giftartigen Flüssigkeit umändern. Irgend ein krampfhafter Zufall vermag es leicht zu bewirken, daß der Urin wenig oder gar keinen Gallenfarbestoff enthält und daher blaß bis farblos wird u. s. w. Wir dürfen aber natürlicherweise nicht, wenn wir uns über den Einfluß des Nervensystems auf den Absonderungsproceß gewisse z. B. mögliche Vorstellungen bilden wollen, mit diesen Ergebnissen wahrscheinlich complicirter Verhältnisse anfangen. Wir müssen vielmehr suchen, zuerst die einfacheren Grundsätze des Einflusses des Nervensystems auf die Absonderungen kennen zu lernen.

Theorie und Erfahrung sprechen entschieden dagegen, daß irgend eine Absonderung des menschlichen oder thierischen Körpers durch den Einfluß des Nervensystems in so hohem Grade bedingt werde, daß Aufhören der Nerventhätigkeit auch das Aufhören der Absonderung zur Folge hätte. Man glaubte zwar nach älteren Versuchen, daß z. B. nach Durchschneidung der beiden herumschweifenden Nerven keine Bildung von Magensaft mehr stattfinde. Allein auch ohne alle Gegenzeugnisse hätte ein solcher Ausspruch schon Mißtrauen erwecken müssen, weil die Trennung der Continuität der beiden N. N. vagi keineswegs alle Nervenverbindung des Magens mit Gehirn und Rückenmark aufhebt. Es bleiben noch die zahlreichen zu ihm verlaufenden Fäden des sympathischen Nerven unverletzt. Ueberdies liegen aber jetzt die entschiedensten Gegenerfahrungen vor, daß sich nämlich nach der genannten Operation nicht nur die Absonderung des Magensaftes überhaupt, sondern selbst unter den diese voraussetzenden Bedingungen die saure Beschaffenheit desselben nicht einstellt. Die frühere Angabe wurde wahrscheinlich nur dadurch hervorgerufen, daß, da ohne die N. N. vagi die Bewegungen des Magens schwach vor sich gehen, in diesem Organe enthaltene Speisen weniger chymificirt gefunden werden.

Auch in Betreff des Charakters der Nerven, welche auf die Absonderungen von Einfluß sind, muß die neuere Zeit den frühern Satz, daß die grauen, dem sympathischen Nerven eigenen sogenannten organischen Primitivfasern hier nur thätig seien, zurückweisen. Allerdings ist es uns gänzlich unbekannt, welchen Nutzen diese Scheidenfortsätze, die das graue und weiche Ansehen der Nerven besitzen, haben. Anzunehmen, daß in einer Drüse, in welche Hunderte von gewöhnlichen Cerebrospinalnervenfasern eintreten, einige oft haarfeine graue Fäden den Secretionsproceß leiten, scheint allen physikalisch-physiologischen Gesetzen und Analogieen zu widerstreiten. Umgekehrt können wir eher vermuthen, daß, da alle grauen und weichen, nicht zu feinen Nervenfäden neben den Scheidenfortsätzen auch gewöhnliche mit

dem centralen Nervensysteme zusammenhängende Cerebrospinalfasern besitzen, diese allein thätig sind und nur von den Scheidenfortsätzen und mittelbar den peripherischen Nervenkörpern oder Ganglienkugeln influenzirt werden. Daß es aber an einzelnen Körperstellen Cerebrospinalfasern, und nicht nebenbei vorhandene graue Nerven sind, welche auf die Absonderung Einfluß haben, lehrt das Auge, wo nach Durchschneidung des dreigetheilten Nerven Absonderungsveränderungen erfolgen, während nach Trennung der von dem sympathischen Nerven heraufkommenden Fäden gar keine bis unbedeutendere Abweichungen an der Conjunctiva erscheinen. Sehen wir aber schon hieraus, daß, wo weiße und graue Nerven neben einander vorkommen, die Absonderungsthätigkeit keineswegs von den grauen bestimmt wird, sondern daß der Grund wahrscheinlich nur in der Menge der Cerebrospinalfasern des einen oder des andern Systems liegt, so fällt jene Theorie ganz, wenn wir an Theile, wie z. B. die Extremitäten denken, bei welchen entweder gar keine, oder gegen die übrige Masse der Nerven verschwindend wenige graue Fäden vorkommen. Wir können daher mit Bestimmtheit sagen, daß die auf die Absonderungen wirkenden Nerveneinflüsse gleich anderen Thätigkeiten durch Cerebrospinalfasern vermittelt werden, und daß wir den Nutzen, welchen ohne Zweifel die Scheidenfortsätze mit den ihnen entsprechenden peripherischen Nervenkörpern haben, experimentell noch nicht im Entferntesten kennen.

Da nun durch Einfluß des Nervensystems die Secretion vermehrt werden kann, wie z. B. die der Thränen bei dem Weinen, oder sich zu verringern vermag, wie z. B. die Milchabsonderung nach Schreck, oder eine chemisch veränderte Beschaffenheit anzunehmen im Stande ist, wie z. B. die Milch nach Gemüthsaffecten, so müssen wir diejenigen Vorstellungsweisen, welche hierüber zur Zeit möglich sind, aufsuchen. Offenbar müssen sich diese, wenn wir eben nicht bei allgemeinen Nichts sagenden Redensarten bleiben wollen, auf folgende Hauptrubriken ausdehnen.

1) Modification der Excretionsverhältnisse durch das Nervensystem. Dieser Umstand liegt am nächsten. Bei Gelegenheit der Abführung der Secretionsproducte werden wir sehen, daß wenigstens unzweifelhaft der Hauptausführungsgang und die größeren untergeordneten Gänge die Fähigkeit der peristaltischen Bewegung haben, und daß diese Irritabilität, von dem allgemeinen Gesetze nicht abweichend, unter dem leitenden Einflusse des Nervensystems steht. Denken wir uns nun, daß dieses eine energische Contraction der Drüsengänge und somit eine sehr vollständige Entleerung des Secretes erzeugt hat, so muß dieses nothwendig eine größere ergänzende Absonderungsthätigkeit schon nach rein physikalischen Verhältnissen nach sich ziehen, sobald jene Zusammenziehung nachläßt. Natürlicherweise mußte, wenn dann Contraction und Relaxation oft auf einander folgen, die Vermehrung der Absonderung, wie die der Aussonderung eintreten. Wir könnten uns so z. B. die fortwährende Thränensecretion bei dem Weinen nach rein physikalisch mechanischen Gründen vorstellen. Vielleicht daß auch hierauf ein großer Theil der die Drüsenabsonderung vermehrenden Einwirkung des Galvanismus beruht, während seine elektrochemische und reizende Kraft, wie wir z. B. an Wunden sehen, den Durchschwitzungs- und Zersetzungsproceß befördert.

2) Modification der exosmotischen und endosmotischen Strömungen durch das Nervensystem. Hierbei haben wir zwei Gebilde zu betrachten, nämlich a) die Wandungen der Capillaren und b) die der Drüsengänge.

Beide sind aus verschiedenen Fasern, die in mannigfachen bestimmten Richtungen unter einander verwebt sind, zusammengesetzt. Die Interstitien, welche so entstehen, kann man als feine Capillaren, welche eine sehr wesentliche Rolle bei der Exosmose und Endosmose spielen, ansehen. Sind unter sonst gleichen Verhältnissen diese Interstitien kleiner, so wird nach physikalischen Gesetzen die endosmotische und exosmotische Strömung langsamer, aber intensiver vor sich gehen. Umgekehrt werden bei größeren Interstitien Flüssigkeiten rascher durchdringen. Diese werden aber dann auch dichter als bei kleineren Interstitien sein können. Je nach Verschiedenheit des Contractionsgrades der Fasern werden nun auch die Interstitien verschieden ausfallen. Es werden daher nach diesen differenten Verhältnissen bald dichtere Flüssigkeiten, bald dünnere austreten, bald schneller, bald langsamer die Wandung des Gefäßes durchdringen können. Dasselbe muß auch bei den Drüsengängen der Fall sein. Man sieht aber hieraus, wie das Nervensystem scheinbar entgegengesetzte Wirkungen hervorbringen, die Secretion bald verringern, bald verstärken, bald verdünnen, bald verdicken könnte. Um hier in die Detailverhältnisse eindringen zu können, bedürften wir weder eigener Kräfte, noch eigener Gebilde, noch in viel geringerem Grade nur neu gemachter Namen für die letzteren, sonder einer möglichst genauen Forschung der Faserungsverhältnisse der Capillaren und der Drüsengänge, so wie des Verlaufes der zu den einzelnen Schichten gelangenden Nerven. Aus der gelieferten Deduction ließe sich aber z. B. zum Theil die enorme Absonderung der conjunctiva nach Durchschneidung des ersten Astes, oder des ganzen dreigetheilten Nerven erklären. Hiernach ließe sich vielleicht einsehen, warum, wenn nach Lähmung der Nierennerven noch Urinsecretion stattfindet, Proteinkörper im Harne enthalten sind u. dgl.

3) Modification der Absonderung durch unmittelbare Einwirkung auf die chemische Beschaffenheit. In dem Artikel Elektricität wird sich zeigen, daß Nervenfluidum und Elektricität zwar durchaus nicht identisch sind, daß sich aber beide in vielen Beziehungen zu einander wie Elektricität und Magnetismus zu verhalten scheinen. Wie nun elektrische Thätigkeiten chemische Zersetzungen anregen, so könnten Strömungen des Nervenfluidum dasselbe bewirken und müßten so auch auf die Beschaffenheit der Absonderungen von bestimmendem Einflusse sein. Da die dieser Vorstellung zum Grunde liegende Annahme empirisch noch nicht nachgewiesen ist, so fällt jede specielle Ausführung derselben, die auf Werth Anspruch machen könnte, zur Zeit noch gänzlich hinweg.

Daß in absondernde Drüsen motorische und sensible Nervenfasern eintreten, ist empirisch nachgewiesen. Eben so steht es fest, daß sich die Bewegungen der Drüsengänge, wenigstens der größten und wichtigsten Drüsen, unter dem Einflusse bestimmter motorischer Primitivfasern befinden. Es sind daher auf diese Art nicht bloß directe, sondern auch reflexive Contractionen der Drüsengänge möglich. Da aber die übrigen Conservationsinstincte des Körpers durch Reflexthätigkeit größtentheils bedingt werden, so läßt sich mit Recht annehmen, daß auch bei den Drüsen etwas Aehnliches stattfinde, und daß nach dem Reizungszustande der sensiblen Fasern derselben auch ein angemessener Contractilitätsgrad der Secretionskanäle, eine eigenthümliche Spannung derselben erfolge.

Eine Veranlassung zur Fortführung der Absonderungsflüssigkeit giebt die Fortdauer des Secretionsprocesses selbst. Indem sich in den blinden Enden der Drüsengänge die Masse des Secretes vermehrt, wird natürlich

hierdurch eine vis a tergo erzeugt, welche zur Fortbeförderung der schon vorhandenen Absonderungsmasse aufregt. Sind die Drüsengänge nicht strotzend gefüllt — was anderseits wieder die Absonderung verlangsamt — so bildet dieser Moment eine nur unbedeutende und um so unvollständigere Beförderung, je mehr Raum noch in den Drüsenkanälen zur Aufnahme neuen Secretes vorhanden ist. Wir sehen daher diese Kraft nur da erheblich einwirken, wo die Drüsen noch einfacher sind, wie z. B. in den mittleren und kleineren Talgdrüsen der Haut. Wie unvollkommen aber dann selbst die freilich auch hier durch den consistenteren Zustand des Secretes nicht sehr begünstigte Ausführung geschehe, lehren die bekannten Verhältnisse der Mitesser, obgleich wahrscheinlich eigene Contraction der Drüsengänge und solche der Lederhaut noch hier unterstützend wirken. Eine weit wichtigere Rolle bei der Aussonderung der Secrete spielt die Contractilität der Drüsengänge. Die Ausführungsgänge der wichtigsten und größten Drüsen, wie der Gallenausführungsgang, der Harnleiter, der Samenleiter, zeigen, sobald man dieselben unmittelbar reizt, oder ihre Nerven Irritamenten aussetzt, äußerst lebhafte peristaltische Bewegungen. Da die Hauptausführungsgänge nur unmittelbare, im Allgemeinen gleichartige Fortsetzungen der Drüsengänge sind und in beiden die analogen Fasern der Mittelhaut vorkommen, so läßt sich auch ein ähnliches Vermögen für sämmtliche Gänge einer Drüse annehmen. Ist dieses aber der Fall, so haben wir, wie man leicht sieht, durch diese Kraft ein bedeutendes Vehikel für die Fortbeförderung der Absonderungsproducte.

Die Erregung dieser Excretionscontractilität erfolgt entweder durch geistige Affection, also durch Reizung der motorischen Nerven von dem centralen Nervensysteme aus, oder durch directe Reizung der bewegenden Nervenfasern, oder durch Reflexionsthätigkeit, da, wie wir schon angeführt haben, sensible und motorische Nerven in jeder Drüse vorhanden sind. Denn die noch nicht hinreichend speciell nachweisbare Ursprungsquelle der motorischen Nervenfasern der Thränendrüse und der Hautdrüsen dürfte nicht hindern, schon jetzt die angegebenen Verhältnisse auf alle Drüsen überzutragen. Bei einzelnen Drüsen kann nun ein psychischer Einfluß die Excretion des Secretes sogleich hervorrufen, wie z. B. das Zusammenlaufen des Speichels im Munde, der Gallenerguß nach Aerger, die besonders bei nervösen und hysterischen Frauen bisweilen vorkommende Erscheinung, daß sie, sobald sie gerührt werden, Harn lassen müssen, beweisen. Bei anderen Absonderungen erregt die geistige Ursache den höchsten Grad der Spannung und materiellen Vorbereitung. Die Excretion erfolgt von selbst nicht. Aber der geringste sensible Hautreiz erzeugt durch Reflexthätigkeit eine vollständige Explosion der durch die Vorbereitung in Spannung gesetzten Zustände, wie z. B. die Verhältnisse des Samens lehren.

Sind nun die sensiblen Nerven einer Drüse gelähmt, so hören auch die Reflexionsabsonderungen auf. Fahren wir z. B. einem gesunden Menschen über die Oberfläche der Bindehaut des Auges, so entsteht Thränenfluß. Machen wir denselben Versuch bei einem Menschen oder bei einem Thiere, dessen ganzer dreigetheilter Nerv oder dessen R. ophthalmicus N. trigemini gelähmt ist, so bleibt die Thränenvermehrung aus. Bei Paralyse der motorischen oder der sensiblen und motorischen Nervenfasern müssen die Reflexbewegungen, wie die directen Bewegungen aufhören. Es bleibt daher die Aussonderung fast nur auf die eben erwähnte vis a tergo beschränkt. Zugleich vergrößern sich wahrscheinlich die Interstitien der exosmotisch durchdringbaren Gewebtheile. Es treten daher dichtere Stoffe, aber mit weniger

Intensität durch. Das Secret enthält deßhalb seine Dichtigkeit vermehrende, sonst ihm fehlende Bestandtheile des Liquor sanguinis, vorzüglich Proteinkörper. Wir sehen so z. B. nach Ertödtung der Nierennerven den Harn, wenn er noch ausgesondert wird, um Vieles sparsamer hervortreten und Eiweiß, Blutroth u. dgl. enthalten.

Wir haben bis jetzt den Absonderungsproceß nur unter der Voraussetzung, daß jedes bestimmte Drüsensecret auch gewisse allgemeine Charaktere seiner Stoffe und seiner Mischung besitze, betrachtet. Es scheinen sogar die einzelnen Absonderungen gewisse chemische Gegensätze darbieten zu wollen. Wir finden z. B. in der Galle vorzüglich kohlenstoffreiche, in dem Harne wasser- und stickstoffreiche, in dem Secrete der Talgdrüsen stickstofflose Producte vorherrschend. Stoffe des Liquor sanguinis und der Ernährungsflüssigkeit dagegen, welche im Normale zur Ernährung der Organe verwendet werden, kommen in den Secreten, wenigstens unverändert, nicht vor. Alle diese Gesetze aber können unter pathologischen Verhältnissen solche Ausnahmen erleiden, daß dadurch die sonst so charakteristische Drüsenabsonderung wiederum zu einem mehr einfachen Durchschwitzungsprocesse zurücksinkt. Am leichtesten treten zunächst Bestandtheile des Blutwassers, die sonst dem Secrete mangeln, in dasselbe ein. Wir haben schon oben den Einfluß der Nervenlähmung auf die Absonderung des Harnes, so wie die Albuminurie erwähnt. Da bei der letztern Krankheit nach Christison die Dichtigkeit des Blutes vermindert ist, so läßt sich schon aus einfachen physikalischen Gesetzen einsehen, weßhalb der Urin Eiweiß enthält. Wahrscheinlicherweise lassen aus ähnlicher Ursache schwächliche Menschen nach dem Genusse einer Mahlzeit einen mehr oder minder, doch schwach eiweißhaltigen Harn, während dieses bei gesunden und kräftigen Individuen nicht der Fall ist. Bei diesen Beispielen bleibt das Secret in seiner Drüse, wird aber in seiner chemischen Beschaffenheit umgeändert. Der Kreis der Ausnahmen ist hiermit keineswegs geschlossen. Es können sich auch Stoffe, die sich sonst nur in einem bestimmten Secrete vorfinden, an anderen Stellen des Organismus ablagern. Am leichtesten vermögen wir diese Fälle einzusehen, wenn eine Secretion stockt oder verringert ist, ihre eigenthümlichen Stoffe in das Blut zurückkehren oder in demselben bleiben, mit ihm kreisen und dann an anderen Stellen abgelagert werden. Stockt z. B. die Gallenabsonderung der Leber, so enthält das Blut verhältnißmäßig viel Gallenfarbestoff. Es bildet sich auf diese Art Gelbsucht. Der Urin, der auch im normalen Zustand Gallenfarbestoff besitzt, wird dann an diesem reicher und erscheint daher dunkelgelb bis braungrün bis braun. Entstehen wassersüchtige Ausschwitzungen, so sind sie mit Gallenfarbestoff gefärbt. Es kann sogar, wie der von Faber und Rapp beschriebene Fall beweist, die Bildung von Gallensteinen im Harne erfolgen. Eben so finden wir in wassersüchtigen Infiltrationen und Ergüssen, wo die Harnabsonderung stockt, Harnstoff und harnsaure Salze. Schon auffallender ist es, wenn Absonderungen in Organismen und Organen, die dafür nicht geeignet scheinen, zu Stande kommen, z. B. die Absonderung von Milch durch die Brustwarze eines Mannes. Noch merkwürdiger endlich stellt sich der von F. Koller beschriebene Fall dar, wo bei einem einundzwanzigjährigen Jünglinge eine 1,649% Butter, 2,031% Käsestoff, 3,150% Milchzucker, 0,278% Kochsalz, 0,074% milchsaures Natron, 0,151% schwefelsaures Kali, 0,037% schwefelsaures Natron, 0,038% kohlensauren Kalk, 0,047% kohlensauren und 0,089% phosphorsauren Talk enthaltende milchähnliche Flüssigkeit an der Hodensackhaut abgesondert wurde.

Wie nun aber die Secretionen unter pathologischen Verhältnissen dem Raume nach wechseln können, so wechseln sie schon im Normalzustande der Zeit nach. Bei allen Secreten findet eine temporäre Vermehrung der Absonderung Statt, sobald geeignete Reize einwirken. Einzelne Absonderungen, vorzüglich diejenigen, welche mit den Geschlechtsfunctionen in Beziehung stehen, treten nur zu geeigneten Zeiten überhaupt ein und vermehren sich durch specifische Reize zum Theil bedeutend, wie die Absonderungen des Samens (des Menstrualblutes), der Flüssigkeiten der Geschlechtsdrüsen, der Milch u. dgl. lehren. Es ist schon theoretisch wahrscheinlich, daß diese Secrete nicht plötzlich hervorsprossen, sondern daß der Organismus, und vorzüglich die Blutmasse hierauf sich vorbereiten. Einen guten Beleg hierfür z. B. würde, wenn sie sich bestätigte, die von Golding Bird angegebene Thatsache, daß in dem Urine von Schwangeren Milchstoffe vorkommen, liefern. Es wäre dann wahrscheinlich, daß das durch die Bildung und Ernährung des Fötus veränderte Mutterblut angeregt würde, Milchstoffe zu erzeugen, und daß diese zuerst durch den Harn und dann durch die mammae entleert würden. Auf solchen, uns freilich noch ganz unbekannten Totalcombinationen des Organismus und auf der daraus resultirenden eigenthümlichen Beschaffenheit der Blutmasse beruht wahrscheinlich die Differenz der Milch vor der Niederkunft, des lavirenden Colostrum und der spätern nährenden Milch, so wie die Thatsache, daß binnen nicht langer Zeit die Milchsecretion bei Müttern und Ammen aufhört, wenn kein Saugen stattfindet, daß sie aber sonst Jahre lang forterhalten werden kann.

Endlich können wir noch durch Medicamente die Absonderungen temporär vermehren oder vermindern. Durch Mittelsalze z. B. vergrößert sich das Quantum der Secretionen des Darmes und der Nieren. Es entsteht Diarrhöe und reichliches Uriniren. Durch Calomel vermehrt sich die Gallenabsonderung und die Secretion des Darmkanals. Durch Quecksilberpräparate überhaupt erzielen wir eine Vermehrung der Speichelbildung. Durch Säuren beschränken wir die Absonderung des Schweißes und vergrößern die des Darmes. Umgekehrt beschränken manche Metalle, wie Arsenik, Blei, die Secrete. Die inneren Ursachen der meisten dieser Wirkungen sind uns noch gänzlich unbekannt. Dr. Liebig stellte in Betreff der Wirkung der Mittelsalze die Hypothese auf, daß, da concentrirte Salzlösungen den benachbarten organischen Theilen Wasser entziehen, die Aufnahme derselben in den Magen und die Därme zuerst Durst und dann durch ihre Wasservermehrung Diarrhöe erzeugt. Gehen wir in die Vorstellung von Liebig ein, so muß die vermehrte Wassermenge den Darmschleim diluiren, so dessen Fort- und Ausführung begünstigen und befördern und zu verstärkter Secretion neuen Schleimes Veranlassung geben. Da die Salzlösung z. Thl. auch in das Blut übergeht, so erhält dieses dadurch die Neigung, aus den Organen mehr Wasser aufzunehmen, und entledigt sich dann dieses überflüssigen Wassers mit den Salzen durch die Nieren. Daher neben der Diarrhöe Vermehrung der Harnsecretion. Wie aber auf diese Art die Blutmasse durch Medicamente sich verändern kann, so vermag dasselbe durch gewisse Krankheiten in ähnlicher oder differenter Weise zu erfolgen. Es müssen sich dann auch die Absonderungen quantitativ und qualitativ umändern können, wie wir z. Thl. schon früher in einzelnen Beispielen gesehen haben, und wie die colliquativen Absonderungen, die Secrete bei Nervenfiebern, Faulfiebern, Petechien, Scorbut u. dgl. beweisen. (Ueber die Literatur s. die einzelnen Secrete.)

G. Valentin.

Atrophie.

Atrophie *) nennt man den Zuſtand verminderter Ernährung eines Organs oder des Organismus. Der Typus normaler Ernährung beſteht in einem gewiſſen Gleichgewichte nutritiver An- und Rückbildung. Abnahme des plaſtiſchen, Zunahme des rückbildenden Moments im Ernährungsproceſſe ſtört dieſes Gleichgewicht.

Die Revolution, welche der Fortſchritt der Phyſiologie in der Lehre von der Ernährung überhaupt hervorgebracht hat, muß ihre Wirkung auch auf die Anſichten über die Atrophie ausdehnen; ſie verlangen eine erneute Prüfung und Umgeſtaltung, die im Einklange ſteht mit der geläuterten Kenntniß des Ernährungsproceſſes; dieſe lehrt uns, daß alle nutritive Kryſtalliſation außerhalb der Gefäße vor ſich geht, innerhalb eines aus dem Blute durch die Gefäßwandungen hindurchtretenden Plasma's oder Cytoblaſtems, — daß das formelle Element dieſer nutritiven Kryſtalliſation für alle Gewebe und Gebilde die Zelle iſt, — daß jede ſolche Zelle ein eigenthümliches individuelles Leben beſitzt, kraft deſſen ſie einerſeits ſich ſelbſt aus dem gehaltloſen Cytoblaſtem weiter zu entwickeln (plaſtiſche Kraft der Zelle) und anderſeits die aus dem Cytoblaſtem angezogenen und aufgenommenen Stoffe auf ihrer innern und äußern Fläche ſpecifiſch-chemiſch umzuändern (metaboliſche Kraft der Zelle) vermag. Was findet nun Statt, wenn ein Theil atrophiſch wird? Entweder

a) die allgemeine Nahrungsflüſſigkeit iſt verhindert, durch jene feinſten Gefäßnetze zu kreiſen, deren höchſt dünne Wandungen geeignet ſind, das zur Ernährung taugliche Plasma hindurchzulaſſen; größere, oder auch nur die capillaren Gefäße ſind auf irgend eine Weiſe, durch Entzündung, Trennung, Verirdung, Verſchrumpfung, Verwachſung obliterirt: das Organ wird trocken und ſaftlos, ein Zuſtand wahrer Tabes ſicca. Auf dieſe Weiſe entſtehen die meiſten Atrophieen, welche den Involutionsveränderungen eigenthümlich ſind. Durch Contraction, Obliteration der Gefäße bilden ſich fötale Organe, wie Thymus, Nebennieren zurück, bildet ſich der ſchwangere Uterus nach Ausſchließung der Frucht, die Bruſtdrüſe nach Entwöhnung des Kindes zurück, und gleiche Urſache hat der Rückbildungsgang der Organe im höhern Alter. Oder

b) das durch die gangbaren Gefäße zugeführte Plasma entbehrt der-

*) Es fehlt noch zu ſehr an durchgreifenden Unterſuchungen zu einer erſchöpfenden Darſtellung der phyſiologiſchen Vorgänge der Atrophie; nirgends hat die feinere pathologiſche Hiſtologie weniger vorgearbeitet als hier, daher auch nur ein allgemeiner räſonirender Artikel möglich war, welchen Herr Dr. Canſtatt zu übernehmen die Güte hatte. Das beſte pathologiſch-anatomiſche Material, freilich ohne Berückſichtigung der feineren Structurverhältniſſe und mehr nur caſuiſtiſch, findet ſich im XI. Hefte von Carswell Illustrations of the elementary forms of disease.
Anm. d. Red.

jenigen Eigenschaften, welche es geschickt machen, entwickelungs- und bildungsfähiges Materiale, Cytoblastem, den stoffbedürftigen Formelementen (Zellen, Zellenfasern) des zu ernährenden Organs zu liefern; der Nahrungssaft ist arm an Bildstoff (nicht bloß Armuth an Blut, sondern auch Armuth des Bluts!). Ein faserstoffarmes, ein mit Serum überladenes Blut (Chlorosis, Hydrämie) ist in jener zur normalen Ernährung wenig geschickten Verfassung; durch übermäßige Secretion, durch Verluste von Säften (Blutflüsse, Samenverschwendung) kann das Blut selbst, können dem Blute bildsame Bestandtheile in solcher Menge entzogen werden, daß daraus Armuth an nahrungsfähigem Stoffe erwächst. Unter solchen Verhältnissen entsteht Atrophie, welche nicht auf ein einzelnes Organ beschränkt bleibt, sondern sich über den ganzen Körper erstreckt (allgemeine Abmagerung). Oder

c) der nächste Grund der Atrophie liegt in den Bildungselementen des ergriffenen Organs selbst. Diese, nämlich die Zellen, enthalten kraft des ihnen eigenthümlichen Lebens eine der wesentlichsten Bedingungen der Ernährung; in ihnen kommt die plastische und metabolische Verwandlung des Cytoblastems zur Verwirklichung und Vollendung, sie sind die eigentlichen Attractions- und Assimilationsorgane des Bildstoffs. Werden diese mikroskopischen Organe durch Desorganisation zerstört, oder büßen sie durch Krankheit ihre autonomische Lebensthätigkeit ein, so hört alle fernere organische Krystallisation in dem betreffenden Theile auf, er wird atrophisch. Wir stoßen hier auf eine Lücke in der Geschichte der Atrophie, die wir auszufüllen uns gerne bemüht hätten, wenn uns gerade jetzt die Untersuchung atrophisch gewordener Organe oder Gewebe zu Gebote gestanden hätte. Wir meinen die Beantwortung der Frage: wie sich atrophische Gewebe im Vergleiche zu normal-ernährten unter dem Mikroskope verhalten? — Woher stammt aber nun jenes eigentliche Leben, jenes attrahirende, bildende und metamorphosirende Vermögen der Zellen und organischen Atome! Eine Frage, die die Thore ins Labyrinth der Hypothesen öffnet? Stehen die Blutkörperchen in irgend einem Verhältnisse zur Erzeugung und Erhaltung jener Zellenvitalität? R. Wagner schreibt einen Antheil davon den seitlichen Strömen des Plasma's im Blute, in welchen die Lymphkörperchen schwimmen, zu. »Sie fließen so langsam an den Rändern der Capillargefäße,« sagt er, »daß schon hierdurch das Hindurchschwitzen durch die zarten Gefäßwände erleichtert werden muß.« Abgesehen von dem den Zellen selbst immanenten und unerklärbaren Selbsterhaltungsvermögen, muß aber noch ein wichtiger Antheil an der Erhaltung ihrer nutritiven Action

d) den Nerven zuerkannt werden — eine Thatsache, für welche gerade einzelne Fälle von Atrophie den kräftigsten Beweis liefern. Nervenlähmung zieht häufig Atrophie derjenigen Theile nach sich, zu denen sich die gelähmten Nerven begeben; ja der Einfluß der Nerven auf die Ernährung kann noch weiter gehen und völliges Absterben, Sphacelus des der Innervation beraubten Theils zur Folge haben; durch Rückenmarkslähmung entsteht nicht bloß Abmagerung der untern Körperhälfte, sondern zuletzt selbst brandiger Decubitus. Je reger die Action der Nerven, desto reger der organische Stoffwechsel; ein Glied, welches zu fortdauernder Unthätigkeit verurtheilt ist, verliert an Masse und wird atrophisch, während das Gegentheil bei mäßiger Uebung stattfindet. Die Rückbildung und Atrophie des Körpers im höhern Alter findet Stilling in veränderter Reflexaction der sensitiven Nerven auf die vasomotorischen begründet. Diese verminderte Reflexion zeigt sich dadurch, daß der Puls langsamer wird und die Arterien weniger voll

sind, daß eine geringere Blutmenge in geringerer Geschwindigkeit durch die Gewebe circulirt, daß die Exosmose geringer als die Endosmose ist, daß Abmagerung und Welkheit eintritt, die Symptome des Alters, daß endlich nur die Primitivfasern übrig bleiben u. s. w. Bei Inaction der Extensoren des Unterschenkels in Contracturen des Kniegelenkes schwindet nach Stromeyer's Erfahrung die Patella; Klumpfüße sind mehrentheils auch vegetativ verkümmert; Lähmung des motorischen Gesichtsnerven hat Atrophie der betroffenen Gesichtshälfte zur Folge — lauter Thatsachen, welche von einem unzweideutigen Einflusse der Nerven auf die Ernährung zeugen, und welche Stilling auf geistreiche Weise aus einem für die normale Action der Capillargefäße und für die Ernährung nothwendigen Reflexverhältnisse zwischen den sensitiven, motorischen und vasomotorischen (organischen) Nerven eines Theils zu erklären sucht *).

Der rückbildende Act des Ernährungsprocesses besteht darin, daß die verbrauchten Theile der organisirten Materie wieder flüssig, von der Zelle abgestoßen und in den Blutstrom zurückgeführt werden, um in ihm entweder verwandelt, oder durch ihn den reinigenden Excretionsorganen übergeben zu werden. Auch der rückbildende Act des Ernährungsprocesses kann den Grund der Atrophie in sich enthalten, und sie kann entstehen:

a) aus einer krankhaft übermäßigen Neigung der organisirten Materie zur Verflüssigung (Colliquation) und
b) aus einem krankhaften Ueberwiegen der Excretionsprocesse, welche allen organischen Stoff an sich zu reißen suchen.

Je nachdem die verminderte Ernährung nun ein Resultat ist der mangelhaften Anbildung, oder überwiegender Rückbildung, hat man zwischen Atrophie im engern Sinne und Phthisis unterscheiden wollen. Da jedoch An- und Rückbildung integrirende Theile Eines physiologischen Actes sind, und sich nicht immer bestimmen läßt, welches dieser Momente und wie viel eines jeden in der Atrophie leide, so mag man wohl besser thun, diesen Unterschied fallen zu lassen. Ueberdies wendet man den Ausdruck Phthisis sprachgebräuchlicher auf das Schwinden durch Verschwärungsprocesse an.

Nach dieser Erörterung der physiologischen Bedingungen der Atrophie wird es nicht schwer werden, die Art und Weise näher zu bestimmen, wie verschiedenartige äußere und innere schädliche Einflüsse das Zustandekommen dieser Ernährungsanomalie bewirken. Nahrungsmangel, unzweckmäßige Nahrung, Störung der Verdauung, Assimilation, Chylification, Sanguification, durch Krankheiten des Digestionsapparates, Fieber, Krankheiten der Mesenterialdrüsen, der Lungen, dyskrasische Zustände hindern die Bildung eines zur Ernährung tüchtigen Plasma's. Die Gefäße können durch Druck, Entzündung, Verwachsung, Verirdung obliterirt werden; durch Druck von Geschwülsten, Aneurysmen, luxirten Knochen, durch Druck angehäufter Flüssigkeiten werden die benachbarten Organe atrophisch; im höhern Alter obliteriren die feinen Gefäßnetze, und in Folge dessen schwinden die an Blutzufuhr verarmenden Gewebe. Durch Blut-, Milch-, Samenverlust, Eiterung, Diarrhöe, Diabetes und andere Säfteverluste werden dem Körper bildsame Bestandtheile entzogen, und das deren beraubte Blut wird unfähig zur normalen Ernährung. Durch Entzündung, Ausschwitzung und andre Alteration wird der ursprüngliche Zellenbau und hiermit der innerhalb desselben stattfindende Ernährungsvorgang aufgehoben. Lähmung und deprimirend auf das Ner-

*) Ueber d. Spinalirritation. Lpz. 1840.

vensystem wirkende Einflüsse, Nervenkrankheiten, organische Fehler der Nervencentren, Seelenstörungen, Nostalgie, niederdrückende Gemüthsaffecte, Kummer, Sorgen, Schmerzen und Schreck lähmen die Zellenvitalität durch verminderten Nerveneinfluß und werden Ursache sinkender Ernährung. Auf ähnliche Weise wirkt die Entziehung gewohnter, specifischer Reize, die Inaction und Functionsbeschränkung: denn im Leben und durch das Leben erstarkt und reproducirt sich das vitale, organisirende Princip. Das Schwinden durch gehemmten Nerveneinfluß findet weit rascher Statt, wenn die lähmende Ursache direct auf die Nerven des betroffenen Theiles wirkt, als wenn sie es von den Centralorganen aus thut. So magert ein Glied viel langsamer ab, wenn es durch ein Gehirnleiden gelähmt ist, als wenn z. B. ein dislocirter Gelenkkopf die Nerven dieses Gliedes comprimirt. Dabei kann Bewegung und Empfindung in dem atrophischen Theile fortdauern. Dyskrasische und allgemeine pathologische Zersetzungsprocesse hindern alle feste Bildung und leihen der Richtung zur Verflüssigung das Uebergewicht. Endlich kann durch Antagonismus bei vermehrter Anziehung des Bildstoffes nach dem einen Pole des Organismus die Anziehung in dem entgegengesetzten leiden.

Anatomisch charakterisiren sich atrophische Gewebe und Organe durch folgende Umänderungen ihrer normalen Eigenschaften:

1) Durch Abnahme ihres Volums. Diese Volumsveränderung ist stetig, progressiv, nicht momentan und vorübergehend. Dieser Charakter mangelt zuweilen, wenn das atrophische Gewebe oder Organ gleichzeitig sich auflockert, oder wenn mit der Atrophie eines Bestandtheils der Structur Massenvermehrung eines andern verbunden ist.
2) Durch Abnahme des absoluten Gewichts.
3) Durch Saftlosigkeit und Trockenheit des atrophischen Theiles.
4) Durch Obliteration und Schwinden der feineren Gefäßnetze und durch Schwinden der Nerven.
5) Durch Schwinden der parenchymatösen Substanz und Undeutlichwerden der feineren Structurelemente, bis zuletzt davon nichts übrig ist, als ein indifferentes zellstoffartiges Residuum, welches kaum mehr den Namen Gewebe verdient.
6) Die Consistenz der atrophischen Organe ist sich im Durchschnitte ähnlich, indem der indifferente Zellstoff, auf welchen sie zurückgeführt werden, sich so ziemlich aller Orten gleicht. Von dem Consistenzgrade eines Organs im Normalzustande hängt es mehrentheils ab, ob man im Zustande der Atrophie seine Consistenz vermehrt oder vermindert findet. Weiche Theile, wenn die Atrophie sie nicht, wie Membranen, dünner und zerreißbarer macht, werden zäher; harte, wie z. B. Knochen und Knorpel, werden meist brüchiger und weicher.
7) Auch die Farbe der atrophischen Organe wird auf die des Zellstoffs zurückgeführt: das Roth und Braun der Milz, der Nieren und Leber verwandelt sich durch Atrophie in ein immer bleicher werdendes Grau; atrophische Marksubstanz büßt ihr blendendes Weiß ein u. s. f.

Die Function des atrophischen Organs unterliegt entsprechenden Umänderungen. Sie erlischt zum Theil, oder ganz. Die atrophische Nervenmasse wird gelähmt; da die Absonderung nur eine nach außen tretende, überschüssige Ernährung ist, so erlischt nothwendig auch die Secretionsthätigkeit in atrophischen Drüsen. Findet man auch zuweilen in den Reservoirs der atrophischen Absonderungsorgane, z. B. in der Gallenblase, in den Samenbläschen eine Flüssigkeit, welche dem Secrete ähnlich sieht, so erkennt

man die Täuschung doch bald bei näherer Untersuchung des meist nur serösen oder schleimigten Fluidum, welchem die specifischen Eigenschaften — wie die eigenthümlich chemische Zusammensetzung der Galle, die belebte (zoospermenhaltige) Beschaffenheit des Samens — jener Secrete abgehen; die Pseudosecrete sind meist nur Producte der innern Schleimhaut der Behälter (Blasenschleim). Die räumliche Lücke, welche durch das Schwinden eines Organs entsteht, wird theils durch die gegenseitige Annäherung der begrenzenden Theile (Einsinken von Knochenwänden), theils durch den Absatz von rohem Bildstoffe und namentlich Serum, welches aller Orten, wo Gefäße leere Räume durchziehen, abgesetzt wird, ausgefüllt. Auch das Fett, welches man in der Umgebung atrophischer Organe findet, ist nur roher Bildstoff, und ich sehe in dieser nothwendigen Ausfüllung des leeren Raumes nichts Besonderes, was mich bestimmen könnte, dies für eine örtliche Reaction zu nehmen, wie der geistreiche Stark es will. Ascherson hat gezeigt, daß die Zellenbildung durch Berührung von Eiweiß und flüssigem Fettstoffe zu Stande kommt. Ist nun in dem Bildungssafte das Fett einer der wesentlichen zur Ernährung concurrirenden Bestandtheile, so erklärt es sich, daß bei vermindertem oder sistirtem Ernährungsprocesse eines Theils das rohe, nicht zur Zellenkrystallisation verwendete Fett in größerer Menge in dem Theile und in seiner Umgebung abgelagert wird. Daher sieht man oft das atrophische Herz mit einer dicken Lage Fett umgeben, und die krankhafte Fettverwandlung der Organe müssen wir in mancher Beziehung als nahe verwandt zur Atrophie erkennen.

Mit dem Erlöschen der Function des atrophischen Organs geht ein Glied aus der Kette der Organenharmonie verloren. In dem kranken Organismus waltet aber dasselbe Gesetz der Einheit, dieselbe Idee des Lebens, wodurch der gesunde Leib beherrscht wird. Krankheit ist zuletzt Nichts, als der physiologische Lebensproceß mit verändertem Substrate. So muß denn auch die Atrophie irgend eines Organs mehr oder weniger in der allgemeinen Statik der thierischen Oekonomie hier ein Steigen, dort ein Fallen bedingen, wodurch, soweit nicht überhaupt ein unentbehrliches Rad in dem künstlichen Mechanismus stockt oder fehlt, das der Idee des Organismus möglichst entsprechende Gleichgewicht erhalten wird. Die Leber wird atrophisch, und im Blute häuft sich das zur Gallenbildung bestimmte Hydrocarbon an. Bald wenden sich aber diese Stoffe anderen Organen, der äußern Haut, den Nieren, dem Fettgewebe zu, und bewirken durch ihren Reiz eine lebendigere (für das ausgebrannte Organ vicarirende) Thätigkeit, wodurch wenigstens in einem gewissen Maaße die zum Bestande des Lebens nothwendige Depuration des Blutes noch fortdauert. Ein Sinnesorgan wird atrophisch; in demselben Verhältnisse nimmt die Thätigkeit und Schärfe der gesunden Sinneswerkzeuge zu. Die antagonistisch in lebhaftere Action versetzten Organe gewinnen oft an Masse in dem Maaße, in welchem das atrophische verarmt. Wie unverkennbar aber auch das Streben der Organe sei, Ersatz zu leisten für das voreilig aus ihrer Mitte abgeschiedene, so hat dies doch seine Gränze, und betrifft die Atrophie einen der wesentlichsten Lebensfactoren, so lassen auch die Rückwirkungen dieser Störungen auf das Gesammtgetriebe der Functionen nicht auf sich warten. Steht das atrophisch gewordene Organ in unmittelbarer Beziehung zur Blutbildung oder Blutreinigung, so ist auch eine von der Norm abweichende Blutmischung und dadurch Dyskrasie, allgemeine Abmagerung, endlich immer weiter greifende Entmischung und Zersetzung, hektisches Fieber die nächste Folge seiner Verödung. Betrifft

die Atrophie einen wichtigen Centraltheil des Nervensystems, so leidet darunter nicht nur Animalität und Vegetation derjenigen Theile, welche von ihm mit Nerven versehen werden; die Thätigkeit der unverletzten Nervencentra wird antagonistisch mehr, als mit der Reproduction ihrer Kraft verträglich ist, in Anspruch genommen, überreizt und erschöpft; so bleibt z. B. die Atrophie der Cauda equina nicht auf diese beschränkt, sondern die Lähmung schreitet allmälig nach aufwärts auf den übrigen Tractus des Rückenmarkes fort.

Weder alle Systeme, noch alle Organe sind auf gleiche Weise zur Atrophie geneigt. Die einen haben mehr nutritive Tenacität als die anderen. Die weichsten Organe sind am meisten zum Schwinden disponirt; wahrscheinlich, weil sie einestheils aus den feinsten, daher auch leicht obliterirenden Gefäßnetzen zusammengesetzt sind, anderntheils, weil eben ihrer Weichheit wegen Druck leicht ihre Expansion hindert: so das Zell-, Fettgewebe und die drüsigen Organe. In Knochen, Nerven, Muskeln ist die Anlage zur Atrophie geringer. Sind vielleicht Systeme, deren Element die Faser (die zur Faser verwandelte Zelle) ist, überhaupt weniger dem Schwinden ausgesetzt, als die Systeme mit bleibender Zellenstructur? Nerven schwinden besonders, wenn sie unthätig werden. Die größere Frequenz der Atrophieen im Greisenalter hängt mit dem allgemeinen Sinken der Reproduction und mit dem Fortschreiten der Obliteration des Capillarnetzes zusammen. Organe, welche in der Akme ihrer Blüthe stehen, sind auch am meisten in Gefahr, durch Excesse der Thätigkeit überreizt zu werden und alsdann der Atrophie anheimzufallen, wie die Erfahrung dies vom Gehirne im Alter der Geistesentwickelung, vom Rückenmarke in der Periode höchster sexueller Thätigkeit lehrt.

Ein deutlicheres Bild der Atrophie wird sich aus der Untersuchung, wie sie sich in den einzelnen Geweben und Organen darstellt, ergeben.

Das Zellgewebe verliert zuerst seinen Turgor; der dasselbe aufschwellende seröse Dunst verschwindet, es wird saftlos, zäher und trocken; die vertrockneten Fasern nähern sich, bilden immer mehr zusammenschrumpfendes, dichter werdendes bandartiges Gewebe, welches zuletzt nur kleine trockene, häutige Schichten von einem trüben, undurchsichtigen Weiß darstellt. Der Collapsus des Zell- und Fettgewebes ist das wesentliche Phänomen der allgemeinen Abmagerung, wie sie in acuten Krankheiten, Fiebern, durch Säfteverlust u. s. w. stattfindet. Diese Abmagerung verdient jedoch nicht schon den Namen der Atrophie: nicht das Gewebe selbst erleidet hier eine Massenabnahme, sondern die innerhalb des Zellengewebes abgelagerten und dieses expandirenden Secrete des serösen Dunstes und des Fettes. Ohnmacht, Frost, Fieberschauer können plötzlich die Expansion des Zelldunstes beschränken und einen solchen vorübergehenden Collapsus des Zellgewebes bedingen.

Wie das Zellgewebe die Grundlage der meisten zusammengesetzten Gewebe bildet, so wiederholen sich auch in ihrem Schwinden die Veränderungen, welche die Atrophie des Zellgewebes charakterisiren. Das mucöse, cutane System, die Gefäßhäute büßen ihre Geschmeidigkeit und ihre Elasticität ein, schrumpfen zusammen, werden trocken und nicht bloß zäher, sondern selbst brüchiger, so daß atrophische Gebilde (nicht bloß ihrer dünnern Beschaffenheit wegen) mehr als andere zur Zerreißung geneigt sind.

Schleimhäute werden durch den Schwindproceß verdünnt; wahrscheinlich veröden auch die Schleimbälge, was der feinern pathologischen

Anatomie noch zu ermitteln bleibt. Ihre Atrophie hat Veränderung in der Capacität der von ihnen gebildeten Höhlungen zur Folge.

Die äußere Haut wird trocken, rauh, schuppig; ihre absondernde Thätigkeit erlischt und hiermit zugleich die rege Reproduction der Epidermoidalgewebe; die Haare fallen aus, die Oberhaut schilfert sich ab. Die ihres Turgors und ihrer Elasticität beraubte Cutis hängt schlaff auf den unterliegenden Theilen und runzelt sich. Bei Negern hört mit der theilweisen Obliteration des Malpighischen Netzes stellenweise die Absonderung des Pigments auf, und die schwarze Hautfarbe verwandelt sich in gelb.

In den Haaren schwindet die aus Pigmentkörnchen bestehende Marksubstanz und wahrscheinlich auch der Haarbalg. Indem die Pigmentzellen zuerst am entferntesten von der Haarwurzel schwinden, beginnt das Grauwerden von der Spitze des Haares und setzt sich bis zur Matrix fort.

In den Gefäßen scheint vorzüglich das elastische Gewebe zu schwinden, der zurückbleibende indifferente Zellstoff trägt nichts zur Erhaltung des Lumens bei, und das Blut weicht vor den collabirten reactionslosen Kanälen immer mehr zurück; die feinsten Netze obliteriren, und zuletzt bleiben nur bandartige Streifen davon zurück. Demselben Processe sind die Gefäße, auch wenn sie nicht die primär leidenden Theile sind, in jedem atrophisch werdenden Organe unterworfen. Durch das Zurückdrängen des Blutes aus den verödenden Haargefäßen entstehen nicht selten bei Atrophie blutreicher Organe (der Leber, Lungen) Blutanhäufungen in dem noch wegsamen Theile des Gefäßsystems.

Auch die Muskelfaser wird durch Atrophie blaß und verwandelt sich in die einfache Zellstofffaser; ich zweifle nicht, daß sie ihr eigenthümliches mikroskopisches spiralförmiges Ansehen verliert. Zugleich schwindet die Gesammtmasse des Muskels, sein Zellstoff, sein Fett.

Das Herz nimmt sehr oft an allgemeiner Atrophie, z. B. bei Phthisikern, Theil und wird in ein graues, gelbes oder weißes, dünnes und brüchiges Gewebe verwandelt.

Auch über die Veränderungen der atrophischen Nervenmasse fehlen uns noch die feineren Untersuchungen. Das atrophische Gehirn wird trockener, dichter und soll nach Lobstein an specifischem Gewichte verlieren. Meist ist die Farbe grauer als im natürlichen Zustande. Atrophische Nerven sind dünner, platter, werden endlich grau, etwas durchsichtig, hornartig, schlaff. Zuletzt scheint nur das Neurilem übrig zu bleiben. Wie sich die Primitivfasern verhalten, muß das Mikroskop lehren, und J. Müller erinnert, wie wünschenswerth genaue mikrometrische Messungen über den Durchmesser der Muskel- und Nervenfasern in verschiedenen Altern, über den Durchmesser der Nervenfasern in der Atrophie der Nerven, z. B. in der cauda equina bei tabes dorsualis, wären*). In atrophischen Organen hält das Schwinden der Nervenzweige nicht immer gleichen Schritt mit dem Schwinden der Gesammtmasse (Desmoulins, Lobstein); die Nerven behalten oft ihr gewöhnliches Volumen, wiewohl ich es nicht für entschieden halte, ob diese Unveränderlichkeit des Volums nicht bloß scheinbar ist und mehr auf Rechnung des Neurilems als der Marksubstanz kommt.

Es giebt Systeme und Organe, in welchen bloß einer oder der andere Bestandtheil schwindet; zu diesen gehören die Knochen, und daher stellt sich die Atrophie in ihnen in doppelter Weise dar: entweder hört der Absatz der

*) Handb. d. Physiol. Bd. I. S. 362.

Gallerte auf; die zurückbleibende Knochenerde bildet dann ein dünnes, leichtes, aufgelockertes, poröses oder hohles, zerbrechliches Gewebe; die Medullarsubstanz wird aufgesaugt und läßt die leeren Räume zurück; platte Knochen, wie die Schädelknochen, werden dünn wie Pergament und durchsichtig; oder der Absatz von erdigen Theilen mangelt, und es entsteht Knochenerweichung, die in gewisser Hinsicht hierher gerechnet werden muß.

Auch die schwindenden Drüsen lassen meist nichts als ihr zellstoffiges Lagergewebe zurück. Thymus und Nebennieren schwinden ganz aus der Reihe der Organe. Von den Brustdrüsen bleibt nichts übrig, als ein zuweilen fetthaltiges, zähes Zellgewebe; oft entdeckt man gar keine Spur mehr davon. Gleiches gilt von den Speicheldrüsen, vom Pancreas. Die Leber wird trocken, zäh wie Leder, grau, ihres gewöhnlich porösen Ansehens beraubt und ist von weißen, sehnigten Linien, den obliterirten Blut- und Gallengefäßen, durchzogen. Die sogenannte Cirrhose der Leber zur Atrophie zu zählen, wie Andral es thut, welcher sie für Atrophie der rothen und Hypertrophie der weißen Substanz erklärt, scheint gewagt, und ich glaube, daß hier eine Verwechselung von zwei verschiedenen Zuständen stattfindet. Die Acini der Leber sind in der Cirrhose vergrößert und allem Anscheine nach (sie sind orangefarben, weich) entartet.

Das Gewebe der atrophischen Lungen wird rarificirt; die kleinen Lungenbläschen fließen durch das Schwinden der Zwischensubstanz ineinander, und es bleiben nur die größeren Bronchialendigungen übrig. Die so veränderte Lunge wird specifisch leichter und fühlt sich wie Fadengewebe an. Die Zellen haben ihre runde Form verloren, und die Durchschnittsfläche stellt ein zerrissenes Netz dar, dessen Fetzen unregelmäßig in eben so unregelmäßige Räume hineinhängen. Das so veränderte Lungengewebe hat viele Aehnlichkeit mit dem Lungengewebe der Schildkröten.

Die Milz verschrumpft zu einem blassen, saftlosen, lederartig zähen, oft harten, hornartigen Gewebe. Die Nieren werden durch Atrophie blaß und welk. Der Hode wird durch Atrophie zuerst weicher und kleiner, er schrumpft bis zum Umfange einer Bohne oder Erbse zusammen, wird dann hart und unempfindlich und kann endlich ganz verschwinden. Die schwammigen Körper der männlichen Ruthe erleiden durch das Schwinden ähnliche Veränderungen, wie die Lungen. Ihre Zellen werden breiter und die kleinen membranösen Wände dünner und schwächer (Ribes). Eierstöcke und Gebärmutter werden membranös und in schlaffen Zellstoff verwandelt.

Canstatt.

Auffaugung.

Unter Auffaugung, Einfaugung, Reſorption, Abſorption verſteht man den Uebergang oder die Aufnahme von Subſtanzen, welche außerhalb des Gefäßſyſtems ſich befinden, in die Gefäße des Organismus.

I. Erſcheinungen der Reſorption.

Der Stoffwechſel im thieriſchen Körper, den das Blut im weiteſten Umfange des Wortes vermittelt, macht es nothwendig, daß die Subſtanzen, welche eine Zeitlang zur Zuſammenſetzung des thieriſchen Leibes gedient haben, wieder in das Blut gelangen, um ausgeſchieden zu werden, während auf der andern Seite die Verluſte durch Aufnahme von friſchem Bildungsmaterial gedeckt werden müſſen. Durch den Hergang, den wir Auffaugung nennen, können alſo das Colliquament der feſten Theile und die Materie, welche durch den Digeſtionsproceß aus den Nahrungsmitteln ausgeſchieden wird, dem Blute zugeführt werden. Sie dient indeſſen nicht bloß zu dem angegebenen Zwecke, ſondern es wird auch nur allein durch dieſelbe möglich, daß Producte krankhafter Thätigkeit aus dem Innern des Körpers entfernt werden, und daß man Arzneimittel zur Beſeitigung abnormer Erſcheinungen dem Organismus einverleiben kann.

Unter normalen Verhältniſſen wird freilich nur von den im Organismus ſich bildenden Flüſſigkeiten die Lymphe aufgenommen; es ſind jedoch Erfahrungen genug vorhanden, wo auch andere Flüſſigkeiten in den Gefäßen unzweideutig wiedererkannt wurden, oder unter Bedingungen in Secretionen oder als Abſonderungen vorkamen, daß ſie nur aus dem Blute dahin gelangt ſein konnten. So finden wir in den Verſuchen, welche Brodie und Tiedemann mit Unterbindung des Gallenganges machten, die Beobachtung, daß die Lymphe der lymphatiſchen Gefäße gelb gefärbt war, und die gelbe Farbe der conjunctiva wies nach, daß der Farbeſtoff der Galle auch im Blute verbreitet ſein mußte. Und wer will an der Aufnahme der Galle ins Blut zweifeln, wenn er bei Menſchen wegen gehinderter Ab- und Ausſcheidung, oder wegen zu reichlicher Secretion der Galle die ganze Haut intenſiv gelb gefärbt findet? Bei verhinderter Ausſcheidung des Harnes ſollen die Beſtandtheile deſſelben im Blute nachgewieſen ſein; man will ſie in dem Geruche der Hautausdünſtung, ſelbſt in erbrochenen Maſſen durch Reagentien nachgewieſen haben. So muß nach Unterbrechung der Lactation auch die Milch wieder in die Gefäße gelangen können, da ſie nicht vollſtändig ausgeſchieden werden kann, und wenn wir nicht direct nachweiſen können, daß die Secretionsſtoffe der übrigen Drüſen, der Schleim- und ſeröſen Häute in beſtimmten Fällen aufgenommen ſind, ſo muß es nach den angegebenen Erfahrungen doch behauptet werden. Ja bei den ſeröſen Häuten

und Synovialsäcken wird die Annahme für jeden Erforderniß, der nicht die Synovia und die Flüssigkeiten, welche seröse Oberflächen schlüpfrig erhalten, für ein stabiles Absonderungsproduct ansehen will.

Selbst die Producte krankhafter Thätigkeit im Organismus sind aber oft genug in den Gefäßen wahrgenommen worden. Von dem Serum, welches in Wassersuchten das Zellgewebe und die Höhlen füllt, ist wohl nie bezweifelt, daß es unter allen Formen wieder in die Blutmasse gelangen und den Ausscheidungswegen zugeführt werden kann; eben so wenig wird Jemand läugnen, daß Blutextravasate, nachdem sie einen bestimmten Kreis von Metamorphosen durchlaufen haben, durch das Gefäßsystem von den verschiedensten Stellen des Körpers, von der Oberfläche und dem Innern der Organe wieder weggenommen und fortgeführt werden, und wer es in Abrede stellen wollte, daß der überschüssige Callus bei Heilung von Knochenbrüchen durch die Gefäße entfernt werde, würde ein Grundphänomen des Lebens, die Ernährung selbst, läugnen müssen. Am längsten hat man sich der Aufnahme von Eiter, Jauche, zerflossener Tuberkel- und Encephaloidenmasse widersetzt, und nur erst in der neuesten Zeit sie allgemeiner angenommen. Am besten überzeugt man sich davon bei großen Eiterungen, und namentlich bei Sectionen an der metritis puerperalis verstorbener Frauen. Man findet den Eiter in den Blut- und Lymphgefäßen, wenn auch in letzteren seltener. Namentlich haben wir selbst mehremals Eiter in Lymphgefäßen des Schenkels bei phlegmasia alba dolens gefunden, und bei großen Abscessen an den Schenkeln ist auch Eiter von Anderen wahrgenommen worden in den genannten Gefäßen. Eine Aufnahme von Eiter wird ferner erwiesen durch die Bildung secundärer Abscesse in der Lunge, in anderen Fällen in der Leber, und sie steht als eine Thatsache nunmehr fest.

Wie die Materien, welche sich nothwendig oder zufällig in dem Organismus erzeugen, ohne Unterschied in den Gefäßen getroffen werden, und wie sich oft an ihre Aufnahme die Vernichtung der Organisation knüpft, so werden auch fremde Materien, gleichviel, ob sie den Lebensproceß unterhalten oder zerstören, in die Gefäße aufgenommen. Man hat zwar häufig das Gegentheil behauptet, und ausgezeichnete Physiologen, wie Bichat, behaupteten, daß unter normalen Verhältnissen bloß die dem Organismus dienlichen Substanzen aufgenommen würden, und durch die Ansicht wurde, was die Kenntniß über die Wirkung der Arzneimittel betrifft, unendlich geschadet.

Das Factum, welches zu der angeführten Meinung Veranlassung gegeben hat, ist das alleinige Erscheinen des Chylus nach der Verdauung in den Lymphgefäßen des Darmes. Da mit den Nahrungsmitteln eine Menge Substanzen in den Darmkanal eingeführt werden, so konnte man leicht auf die Idee kommen, bei einer oberflächlichen Untersuchung, es werde nur der Chylus aus diesen Substanzen aufgenommen. Sehr gewöhnliche Erscheinungen hätten diese Ansicht längst als grundlos erwiesen, wären sie gehörig gewürdigt worden. Bei allen Thieren werden mit den Nahrungsmitteln eine Menge Substanzen aufgenommen, die zur Existenz keineswegs erforderlich sind. Wenn sich die Drosseln von Kreuzdornbeeren nähren, verursacht ihr Fleisch Diarrhöe; das Fleisch der Gänse wird thranig, wenn sie mit Fischen gefüttert sind; das der Hunde auf den Südseeinseln verliert den unangenehmen Geschmack, weil sie mit Weizen gefüttert werden. Es ändert sich mitunter die Farbe der Federn und Haare nach der Nahrung. Durch Fischnahrung bekommen die weißen Federn der Enten eine Aurorafarbe, die sich bei anderer Nahrung wieder verliert. Stieglitze bekommen vom Hanfsamen eine

dunklere Farbe; Zobel werden in Tannenwäldern ſchwarz, in Pappelwäldern bläulich.

Viele Subſtanzen, welche als Arzneimittel gegeben werden, oder als Gifte gebraucht wurden, finden ſich in feſten Theilen wieder abgelagert. Färberröthe theilt ſich den Knochen mit; ſalpeterſaures Silberoxyd färbt die ganze Haut ſchwarz oder graulich; blauſaures Kali hat man durch Reagentien, nach Weſtrumb, in den Nieren, ſeröſen Häuten, Schleimhäuten und Speicheldrüſen gefunden; Queckſilber wurde in den Knochen, und Arſenik in vielen Theilen, in der neueſten Zeit ſogar mit forenſiſcher Evidenz nachgewieſen — gewiß lauter Subſtanzen, welche nach Bichat's Meinung nicht in die Gefäße gehören. Bei Analyſen der Abſonderungen zeigt es ſich, daß fremde Subſtanzen in noch viel größerer Ausdehnung in die Blutmaſſe gelangen. In der Milch der Kühe hat man die Riechſtoffe von Lauch, Zwiebeln und Knoblauch, den Farbeſtoff der Färberröthe nach einem oder mehren Tagen gefunden, wenn die Thiere damit gefüttert waren. Eine große Anzahl von Riech- und Farbeſtoffen und Salzen fand man im Harne wieder. Gaſe und flüchtige Stoffe wurden durch die Lunge und Haut ausgeſchieden, wenn ſie an irgend einer Stelle in den Organismus gebracht waren.

Auch die Subſtanzen, durch welche die das Thierreich ſo eigenthümlich auszeichnenden Eigenſchaften der Muskeln und Nerven in der kürzeſten Zeit vernichtet werden, gelangen in die Gefäße und das Blut. Wenn man früher annahm, daß die narkotiſchen Arzneimittel, wie Blauſäure, Strychnin und Morphium, und die verwandten Alkaloide dadurch ihre giftigen Eigenſchaften entfalteten, daß ihre Wirkung ſich einem elektriſchen Strome gleich über das ganze Nervenſyſtem verbreitete, ſo läßt ſich nachweiſen, daß ſie nur vom Blute aus ihre Wirkung entfalten. Upas tieute und antiar, Blauſäure, Strychnin und Opium ſind von Orfila und Müller auf Nerven angewandt, und die örtliche Application dieſer Gifte brachte auch nur eine örtliche Wirkung auf die Nerven hervor. Ich ſelbſt habe mit faſt völlig waſſerfreier Blauſäure Verſuche angeſtellt. Die Blauſäure war ſo ſtark, daß ein Tropfen, auf die conjunctiva des Auges eines Kaninchens gebracht, den Tod in 15 Secunden bewirkte. Auf den bloßgelegten nervus ischiadicus eines andern Thieres der Art, unter den ein Stück Kartenblatt geſchoben war, wurde dieſelbe Blauſäure, die eine Stunde vorher bereitet und bis zum Verſuche in Schnee aufbewahrt war, angewandt, der Nerv wiederholt damit in Berührung gebracht, allein völlig erfolglos. Mit Strychnin wurden ähnliche Verſuche mit gleichem Reſultate an Fröſchen angeſtellt.

Zunächſt entſteht nun die Frage: durch welche Organe gelangen die Stoffe in die Gefäße? A priori ſind drei Anſichten möglich: man nimmt an, die Venen ſaugen auf, oder man läßt die Lymphgefäße die Auffaugung vollbringen, oder aber die Lymphgefäße und die Venen ſaugen ein.

Alle dieſe Meinungen ſind vorgekommen. Die älteſte Anſicht ertheilte die Function der Auffaugung den Venen, da die Lymphgefäße erſt ſpäter bekannt wurden. Als die Lymphgefäße durch die Unterſuchung von Euſtach, Aſelli, Veſling, Rudbeck und Bartholin aufgefunden und durch die Arbeiten von Fr. Meckel, Alex. Monro, W. Hunter und vorzugsweiſe Cruikſhank's und Mascagni's als allgemein im Körper verbreitet nachgewieſen wurden, glaubte man, die Einſaugung hänge von dieſem Gefäßſyſteme lediglich und allein ab, und nannte es daher auch das einſaugende Syſtem. Es war indeſſen zu allen Zeiten ſchwer, die Phänomene der

Auffaugung von den Lymphgefäßen völlig abhängig zu machen, weil man, trotz der eifrigsten Forschung, in manchen Theilen keine Lymphgefäße auffinden konnte. In der placenta ist die Auffaugung sehr lebhaft, aber es sind keine Lymphgefäße darin; eben so ist es mit den Knochen. Man hat ferner die Lymphgefäße nicht bei wirbellosen Thieren nachgewiesen, aber eine Auffaugung. Daher räumt auch Prochaska eben so wie Autenrieth eine Venenauffaugung, wenn auch in beschränktem Grade, ein. Mit dem Auftreten Magendie's beginnt eine ganz neue Periode für diese Lehre, und so lange von Resorption gesprochen wird, werden auch die Verdienste dieses Physiologen darum anerkannt werden. Magendie nämlich sucht nachzuweisen, daß die Venen in weit größerm Maaße Einsaugungsvermögen besitzen, ja, er ist geneigt, den Lymphgefäßen mit Ausnahme der Darmlymphgefäße das Resorptionsvermögen ganz abzusprechen. Das entschiedene Auftreten dieses Mannes und die wirklich schlagenden Versuche desselben brachten eine Thätigkeit unter die Physiologen, wie sie kaum bei einer andern physiologischen Frage jemals geherrscht hat. In Frankreich waren es hauptsächlich Flandrin, Delille, Segalas, Fodéra und später Dutrochet, in England Brodie, Monro, Home, Lawrence und Coates, in Deutschland Tiedemann und Gmelin, Seiler und Ficinus, Emmert, Mayer, Westrumb, J. Müller und in America die Med. Academy of Philadelphia, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigten. Die Resultate, welche durch die Anstrengungen dieser Männer gewonnen wurden, sind nun, daß die Lymphgefäße sowohl, als auch die Blutgefäße einsaugen, und sie gehören zu den am besten erwiesenen Thatsachen in der Physiologie.

Was zuerst die Lymphgefäße anlangt, so ist ihre Fähigkeit, Stoffe aufzunehmen, am Darmkanale durchaus nicht in Zweifel zu ziehen. Man findet nach der Verdauung oder während derselben den Chylus darin, eine Flüssigkeit, die offenbar von der Auflösung und Veränderung der aufgenommenen Nahrungsmittel herrührt. Sie enthält Zucker bei vegetabilischer zucker- oder amylumhaltiger Nahrung, Fett bei Aufnahme vielen Fettes, mehr Eiweiß bei Fleisch und thierischer Nahrung überhaupt.

Die Resorption der Lymphgefäße im übrigen Körper hat Magendie bezweifelt, indem er die Lymphe von einer Verbindung der lymphatischen Gefäße mit den Arterien in denselben ableitet, das Anschwellen der Lymphdrüsen bei syphilitischen Affectionen, beim Leichenmiasma, die Wirkung der Queckſilbereinreibung bei Entzündung der Lymphgefäße und ihrer Drüsen um deßwillen nicht als Erscheinungen einer lymphatischen Resorption betrachten will, weil Tripper- und Chankermaterie, Queckſilber u. s. w. nicht in den Lymphgefäßen nachgewiesen wären.

Eine Verbindung der Arterien mit den Lymphgefäßen ist indessen mehr als problematisch, und das Vorkommen der Lymphe in diesen Gefäßen beweis't ihre Resorptionsfähigkeit hier eben so sicher, wie das Vorkommen des Chylus nach der Verdauug in den Lymphgefäßen des Darmkanales.

Allein nicht alle Stoffe werden von den Lymphgefäßen aufgenommen. So viel man sich auch Mühe gab, durch Versuche und Beobachtung das lymphatische System als das allein einsaugende hinzustellen, so wollten doch weder die Versuche gelingen, noch die Beobachtung sich fügen. J. Hunter wollte zwar Farbestoffe in den Lymphgefäßen des Darmkanales, so wie auch in denen, welche vom peritonaeum und der pleura kommen, gesehen haben, Magendie dagegen und Flandrin, so wie Herbert Mayo stellten die Thatsache in Abrede. Magendie will die hier einschlagenden

Verſuche mehr als 150mal mit Dupuytren wiederholt haben, ohne ein einziges Mal Hunter beipflichten zu können. Mayer, Tiedemann und Gmelin haben dieſes excluſive Reſultat nicht erhalten, ſondern die Letzteren fanden, daß mitunter ſchwefelſaures Kali und blauſaures Kali in die Lymphgefäße überging, aber nur ſchwierig und lange nachher, als man es ſchon in den Blutgefäßen gefunden hatte. Magendie hat im Grunde dieſelbe Erfahrung gemacht. Er ſagt: »Im dünnen Darme werden alle Flüſſigkeiten, mit Ausnahme des Chylus, von den zum Theil aus Venenzweigen beſtehenden Darmzotten eingeſaugt. Man kann ſich leicht davon überzeugen, wenn man der Einſaugung fähige riechende oder ſchmeckende Subſtanzen in dieſen Darm bringt. Von dem Augenblicke an, wo die Einſaugung beginnt, bis ſie vollendet iſt, erkennt man die Eigenſchaften dieſer Subſtanzen in dem Blute der Pfortaderzweige, während man ſie in der Lymphe erſt erkennt, wenn die Einſaugung derſelben ſchon ziemlich lange Zeit gedauert hat.« Freilich erklärt er die Anweſenheit dieſer Subſtanzen im ductus thoracicus aus der hypothetiſchen Verbindung der Arterien mit den Lymphgefäßen, was als unſtatthaft erſcheinen muß *).

Eine beſondere Stütze für die Lymphreſorption findet Prochaska darin, daß das Viperngift, das indianiſche Pfeilgift, der Speichel wuthkranker Hunde in Wunden und im Blute ſehr verderbliche Wirkungen äußern, dagegen im Darmkanale ohne Nachtheile aufgenommen werden, indem er glaubt, daß dieſelben hier in das Lymphgefäßſyſtem gelangen und vor ihrer Vermiſchung mit dem Blute daſelbſt aſſimilirt werden. Er meint ferner, Weingeiſt, Mineralſäuren, Alaun, Vitriol, deſtillirter Eſſig, Bleizucker, ja ſogar Talg, Milch, Oel und Luft brächten eingeſpritzt in die Blutgefäße in den meiſten Fällen den Tod hervor, und daher könnten dieſe Stoffe nie unmittelbar in das Blut gelangen, ſondern müßten von den Lymphgefäßen aufgenommen und vor ihrer Vermiſchung mit dem Blute verändert werden. Weder die eine, noch die andere Erfahrung ſpricht für eine alleinige Reſorption durch die Lymphgefäße.

Es iſt zwar wahr, daß manche Gifte vom Darmkanal aus unwirkſam ſind, während ſie in Wunden den Tod ſehr ſchnell hervorbringen. Wer hat indeſſen den Beweis dafür geliefert, daß ſie aſſimilirt werden? Können ſie nicht eben ſo gut durch den Darmkanal hindurchgehen, ohne aufgenommen zu werden? Nach den bisherigen Erfahrungen über die Wirkung der Gifte muß das Letztere ſogar wahrſcheinlicher ſein; denn wir kennen kein Gift, das ſich ähnlich verhielte, und die genannten gelangen durch verletzte Gefäße ins Blut, nicht durch Reſorption, im Falle ſie giftig wirken. Ich habe indeſſen eine ſehr intereſſante Thatſache in der neueſten Zeit kennen gelernt, die auf die Möglichkeit einer Aſſimilation giftiger Subſtanzen unzweideutig hinweiſ't. Durch Verſuche, die ich mit Herrn Profeſſor Bunſen anſtellte, lernte ich organiſche Verbindungen des Arſeniks kennen, die nicht giftig wirken. Es ſind die von Bunſen entdeckten Kakodylverbindungen, die Kakodylſäure $C_4 H_{12} As_2 . O_4 + H_2 O$ und ſchwefelſaures Kakoplatylоxyd $(H_2 O, Pt O, C_4 H_{12} As_2 O) S O_3$. Beide löſen ſich ſehr leicht in Waſſer. Einem Kaninchen ſpritzte ich 4 Gr. Kakodylſäure mit viel Waſſer in die Lunge, es lebte 7 Tage ohne Krankheitsſymptom und ſtarb am 10. Tage an einer Lungenentzündung. Einem andern gab ich ſieben Gran in den Magen ohne alle Wirkung; einem dritten ſpritzte ich mit gleichem Erfolge 7 Gr. in eine Jugularvene. Von der Platinverbindung erhielt ein Kanin-

*) Phyſiologie überſetzt von Heuſinger. Bd. II. S. 224.

Digitized by Google

chen acht Gran in den Magen ohne eine Spur einer Wirkung. Kann nun aber der Arsenik in organischen Verbindungen seine giftigen Eigenschaften verlieren, so darf man von anderen giftigen Substanzen dasselbe vermuthen und darf auch wohl den Schluß sich erlauben, daß solche Verbindungen im lebenden Körper erzeugt werden können. Allein es bleibt dann immer wahrscheinlicher, daß sie im Verdauungskanale durch die Einwirkung der Digestionssäfte erzeugt werden, als daß sie in der Leber die nöthige Veränderung erfahren, was man auch angenommen hat. Am unwahrscheinlichsten ist aber die Umwandlung einer giftigen Verbindung in den Lymphgefäßen, weil sie hier direct durch das Blut geschehen müßte, wogegen gerade die Wirkung der unmittelbaren Vermischung mit dem Blute spricht.

Was die nachtheilige Wirkung der unmittelbar in das Blut eingespritzten Substanzen anlangt, so ist leicht einzusehen, daß man die Injection der unschädlichsten Dinge so anstellen kann, daß der Tod die Folge davon sein muß. Die Menge der Substanzen, welche man einspritzt, die Schnelligkeit, womit es geschieht, die Vene, durch welche es geschieht, dieses Alles hat Einfluß, und sehr schädlich wirkende Stoffe lassen sich ungestraft auch durch Veneninjection dem Organismus mittheilen.

Es spricht auch ein Umstand sehr dagegen, daß die Lymphgefäße fremde Stoffe führen. Wenn nämlich wirklich fremde Materien in dieselbe gelangen, so entsteht gemeiniglich Entzündung derselben. Bei syphilitischen Affectionen entsteht Entzündung der Leistendrüsen und es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß sie durch das syphilitische Gift hervorgerufen wird. Gewiß eben so häufig gelangt derselbe Stoff in die Blutgefäße, ohne ähnliche oder gleiche Wirkung zu haben; denn bei der Ulceration müssen Blutgefäße wie Lymphgefäße dem Eindringen fremder Substanzen geöffnet werden. Ein Gleiches ist mit dem Leichengifte der Fall; dringt es in eine Wunde ein, so kommt es eben sogut in Lymph- wie in Blutgefäße; die ersteren schwellen an, die letzteren nicht, die ersteren entzünden sich, die letzteren nicht.

Die Versuche und Erfahrungen sind der Art, daß das Auffaugungsvermögen der Lymphgefäße nicht in Zweifel gezogen werden kann. Es kommen aber auch Stoffe ins Blut mit Vermeidung des lymphatischen Gefäßsystems.

Diese Substanzen werden durch die Venen aufgenommen, oder richtiger, sie gelangen in das Capillargefäßsystem und erscheinen nach dem Laufe des Blutes natürlich zuerst in den Venen wieder.

Man hat sehr viel Werth auf anatomische Thatsachen bei der Entscheidung der Frage über die Venenresorption gelegt; bei allen wirbellosen Thiere kommen, so weit die jetzigen Untersuchungen reichen, keine Lymphgefäße vor, und die Resorption ist dabei ziemlich lebendig, hauptsächlich bei den Mollusken, an welchen Jacobson Versuche anstellte. Blausaures Eisenkali wurde bei Schnecken von der Oberfläche des Körpers sehr schnell eingezogen und aus dem Blute durch Lungen, Nieren, vorzüglich durch die Leber ausgeschieden, zum Theil auch in festen Gebilden wieder abgesetzt. In manchen Geweben höherer Thiere hat man auch keine Lymphgefäße gefunden, wo oft Resorptionsphänomene in sehr ausgedehntem Maaße vorkommen, wie in den Knochen und im Auge. In Embryonen existiren im Anfange keine Lymphgefäße, eben so im Mutterkuchen. Ohne indessen weitere Gründe für die Behauptung einer Venenresorption zu haben, müßte dieselbe geläugnet werden; in Geweben, wo man keine Lymphgefäße gefunden hat, können dieselben doch existiren, und wenn bei Embryonen und wir-

bellosen Thieren wirklich die Venenresorption außer allem Zweifel ist, so ist sie noch nicht nachgewiesen bei Thieren, wo Lymphgefäße sich vorfinden.

Auf eine anatomische Thatsache ist indessen großer Werth zu legen. Es handelt sich nämlich darum, ob die Lymphgefäße noch an anderen Stellen als an der subclavia mit den Venen in Verbindung stehen. Wenn eine solche Verbindung zwischen kleineren Lymphgefäßen und Venen wirklich vorhanden ist, so würde sich durchaus die schwebende Frage nicht entscheiden lassen. Man hat eine solche behauptet zwischen kleineren Gekrösvenen und Lymphgefäßen auf Untersuchungen bei Vögeln, Fischen und Amphibien gestützt, und namentlich rührt die Behauptung von Fohmann her. Lippi dehnte seine Behauptung auch auf Menschen aus, allein Fohmann wie Panizza weisen hier dieselbe zurück. Ferner hat Fohmann einen Zusammenhang zwischen Lymph- und Venensystem in den Lymphdrüsen angenommen, und die Anatomen haben etwas Aehnliches beobachtet. Es ist nämlich ein Factum, daß sich die Venen leicht füllen, wenn man die vasa inferentia einer Drüse mit Quecksilber injicirt, leichter sogar als die vasa efferentia. Allein auf bloße Injection etwas zu geben, ist sehr mißlich. Geleitet durch die Resultate der Injectionen nahm man auch früher einen Zusammenhang zwischen den Drüsenkanälen und den Gefäßen an, und man erhält hier injicirte Venen wie Lymphgefäßnetze, und doch ist es eine erwiesene Thatsache, daß ein solcher Zusammenhang nicht existirt. Wenn man die Erfahrungen bei Injectionen berücksichtigt und ferner überlegt, wie bei Unterbindung des ductus thoracicus während der Verdauung bei Säugethieren nach einiger Zeit sich die ganzen Lymphgefäße des Unterleibes sehr ausgedehnt finden — einen Versuch, den ich namentlich bei Hunden anstellte, die entweder noch an der Milch lagen, oder mit fetten Substanzen gefüttert waren — so glaubt man an keine Verbindung. Man kann sich auf diese Weise indessen noch besser überzeugen, daß keine solche existirt, wenn man am mesenterium ein Milchgefäß aufsucht und comprimirt, oder unterbindet; es schwillt nach einiger Zeit sehr bedeutend an in allen seinen Stämmen, Aesten und Zweigen, und folglich kann eine Verbindung mit den kleineren Venen nicht existiren.

Eine ganze Reihe von Versuchen liefert nun erst nach dieser Voraussetzung ein Resultat. Es sind die Versuche, welche sich auf Unterbindung der Lymphgefäße oder ihre Ausschließung stützen.

Magendie hat die größte Zahl dieser grausamen, aber conclusiven Versuche angestellt. Er isolirte durch Ligaturen ein Darmstück von 4 Decimeter Länge von dem übrigen Darme bei einem Hunde, der gut gefüttert war, wo daher die Lymphgefäße deutlich angefüllt waren. Es wurden darauf dieselben unterbunden und so sorgfältig getrennt, daß die Darmschlinge nicht mehr durch Lymphgefäße mit dem übrigen Theile des Darmkanals zusammenhing. Von den fünf Zweigen der Gekrösarterie und Venen des Darmstückes wurden vier unterbunden, so daß das Darmstück nur noch durch eine Arterie und Vene mit dem Gefäßsysteme zusammenhing. In die so behandelte Darmschlinge wurden 2 Unzen einer Abkochung der nux vomica injicirt und durch eine neue Ligatur daselbst zurückgehalten, und die Darmschlinge in den Unterleib zurückgebracht. Sechs Minuten darauf äußerten sich die Wirkungen des Giftes.

Segalas machte den Gegenversuch hierzu. Er unterband an einer ähnlich behandelten Darmschlinge die Blutgefäße mit Ausnahme einer Arterie und Vene und ließ die Lymphgefäße ununterbunden. Die zurückgelassene

Vene wurde isolirt und außerhalb des Unterleibes befestigt, und das überflüssige Blut durch dieselbe abgeleitet. Es waren also hier die Lymphgefäße erhalten und der Kreislauf, ohne daß etwas in den allgemeinen Kreislauf aus den Blutgefäßen der Darmschlingen gelangen konnte. In die Darmschlinge wurde in Auflösung ½ Drachme extractum nucis vomicae gebracht, und nach einer Stunde war noch keine Wirkung eingetreten. Als aber die Vene losgebunden wurde, trat die Wirkung sehr schnell auf, nämlich in 6 Minuten.

Mit den Schenkelgefäßen hat Magendie ähnliche Versuche angestellt. Es wurde die arteria und vena cruralis bei einem Hunde bloßgelegt, und von allen übrigen Theilen isolirt, darauf der Schenkel so getrennt, daß das obere und untere Stück nur noch durch die art. und vena cruralis mit einander in Verbindung waren. Um sicher zu sein, daß gar keine Verbindung mit Lymphgefäßen mehr existire, wurde in die Arterie und die Vene eine Federspule eingebracht, die Gefäße darauf durch zwei Ligaturen befestigt und dann zwischen denselben durch einen Zirkelschnitt durchschnitten. In die Pfote des Thieres wurden zwei Gran eines sehr heftig wirkenden Giftes upas tieute gebracht, welches im Verlaufe von vier Minuten tödtliche Wirkung äußerte.

Man kann auch die Versuche, wie sie hier zuletzt angegeben worden, sehr leicht bei Fröschen anstellen und so dieselben zu Demonstrationen benutzen. Man legt die Schenkelarterie und die Vene bloß und schneidet alle Weichtheile und das os femoris durch und bringt dann den Fuß in eine Auflösung von Strychnin oder ein anderes Gift, während man das Thier so befestigt, daß es sich nicht bewegen und kein anderer Theil mit dem Gift in Berührung kommen kann. Die Vergiftung tritt sehr schnell ein, und diesem Versuche kann auch der Vorwurf nicht gemacht werden, daß das Gift in verwundete Venen gebracht, folglich nicht resorbirt wäre.

Einige Physiologen haben, wie Brodie, Magendie, Westrumb, Mayer, die Versuche so angestellt, daß sie den ductus thoracicus unterbanden und die verschiedenartigsten Substanzen in den Darmkanal brachten. So wurden Rhabarber, blausaures Kali, Alkohol und nux vomica, Woraragift in den Darmkanal eingebracht. Die Farbestoffe verschwanden und zeigten sich im Urin, die Gifte wirkten nach wie vor.

Andere änderten die Versuche so ab, daß sie die Arterien unterbanden, den Kreislauf unterbrachen und nun die Abänderung der Resorption beobachteten. Emmert unterband die aorta abdominalis und brachte Blausäure in eine Wunde des Fußes. Nach 70 Stunden war noch keine Wirkung aufgetreten; nach Loslösung der Ligatur trat nach einer halben Stunde Vergiftung ein. Dieser Versuch beweis't indessen nur in Verbindung mit anderen etwas, weil die Zeitangabe, innerhalb welcher die Blausäure tödtete, viel zu groß ist, als man nach der Wirkung des Mittels erwarten darf, und die Ursachen dieser verzögerten Wirkung nicht angegeben sind. Wieder Andere haben die Venen der betreffenden Theile, die in giftige Flüssigkeiten getaucht waren, comprimirt und dadurch Vergiftung verhindert, oder die anfangende Vergiftung unterbrochen.

Eine andere Reihe von Versuchen soll die Venenresorption noch directer erweisen, indem man nach Anwendung bestimmter Substanzen dieselben im Blute und in der Lymphe wieder aufzufinden suchte.

Flandrin machte diese Versuche zuerst am einfachsten. Er gab einem

Pferde asa foetida und ſchlachtete es eine halbe Stunde darauf. Der Geruch derſelben zeigte ſich nicht in der Lymphe, nicht im Chylus, nicht im arteriellen Blute; aber in den Venen des Magens, des dünnen und dicken Darmes war er zu finden. Von Anderen wurde andere riechende Subſtanzen mit doppeltem Erfolge angewandt, z. B. Moſchus, Dippelsöl, Kampher, Aether.

Auf eine ähnliche Weiſe wurden Farbeſtoffe: Indigo, Rhabarber, Färberröthe, Cochenille, Lakmus, Alkannatinctur, Gummigutt, Saftgrün, in den Magen gebracht, aber nie in den lymphatiſchen Gefäßen wiedergefunden, während ihr Wirken, oder ihr Wiedererſcheinen im Harne zeigte, daß ſie im Blute ſich vorfanden.

Man kann auch das Blut unmittelbar unterſuchen durch chemiſche Reagentien, nur muß man dann Subſtanzen anwenden, die ſich ſehr leicht nachweiſen laſſen. Ein ſolches Salz iſt das blauſaure Kali, und Tiedemann und Gmelin haben dieſes im Blute nachgewieſen, ſo wie eine Menge anderer Salze, ohne daß die Lymphgefäße davon enthielten, oder ſie fanden die Stoffe wenigſtens viel früher in dem Blute als in den Lymphgefäßen.

Mayer hat dieſe Verſuche auf eine eigenthümliche Weiſe angeſtellt. Er ſucht nämlich die Stelle zu beſtimmen, wo eine Subſtanz in den Kreislauf gelangt, und verfolgt dieſelbe durch den Kreislauf. Er wählte blauſaures Kali, und zur Einverleibungsſtelle nahm er die Lunge. Zwei bis fünf Minuten nach einer Einſpritzung konnte man das Salz im Blute auffinden, indem in dem Serum deſſelben bei Anwendung von ſalzſaurem oder ſchwefelſaurem Eiſenoxyd ein grüner oder brauner Niederſchlag erfolgte. Es zeigte ſich hierbei das Salz zuerſt im Blute des linken Herzens, ſpäter in dem des rechten, und dieſes beweiſ't wohl deutlich, daß das Salz zuerſt in Venen überging; wäre es in die Lymphgefäße gelangt, ſo hätte es jedenfalls zuerſt im rechten Herzen gefunden werden müſſen.

Damit den Beweiſen für die Reſorption der Venen nichts fehle, ſind endlich noch viele Verſuche, z. B. von Weſtrumb, Stehberger und Anderen angeſtellt, woraus der Schnelligkeit, womit manche aufgenommene Subſtanzen in den Excretionen erſcheinen, die Unmöglichkeit nachgewieſen werden ſoll, daß die Lymphgefäße ſie aufgenommen haben. Der praktiſche Arzt hat Gelegenheit, ähnliche Beobachtungen bei Kranken zu machen. Werden ſtark riechende flüchtige Subſtanzen einem Kranken durch Klyſtiere gegeben, ſo laſſen ſie ſich oft ſchon nach wenigen Minuten in der ausgeathmeten Luft erkennen. Namentlich iſt es der Kampher, welcher in 2—3 Minuten nach der Injection in der ausgeathmeten Luft ſich zeigt. Der Geruch von Aether zeigte ſich bei Hunden in den Verſuchen des Verfaſſers nach 2 Minuten in der ausgeathmeten Luft. Im Harne erſcheinen leicht lösliche Farbeſtoffe oft eben ſo früh, wenn man den Harn aus den Uretern auffängt, wie es Weſtrumb bei Hunden that. Blauſaures Kali fand er nach 2 Minuten im Harne, Rhabarber dagegen erſt in fünf Minuten. Stehberger hat dieſen Verſuchen die größte Ausdehnung gegeben. Er ſtellte ſie bei einem Knaben mit Harnblaſenſpalte, wo das Austräufeln aus den Harnleitern unmittelbar beobachtet werden konnte, an. Indigotinctur zeigte ſich nach 15 Minuten, Färberröthe, der Farbeſtoff von Rhabarber, Campecheholz, Heidelbeeren und ſchwarzen Kirſchen nach 25 bis 45 Minuten u. ſ. w. Es bleiben dieſes indeſſen die unſicherſten Verſuche von allen, und alleinſtehend würden dieſelben nichts beweiſen, weil die Zeit, innerhalb welcher einzelne Subſtanzen im

Harne gefunden wurden, doch zu sehr variirt, wie Stehberger die Rhabarber erst nach 25 — 45 Minuten gefunden haben will, die Westrumb schon nach 5 Minuten im Harne erkannte; in der Zeit von 45 Minuten konnten übrigens die Substanzen auch durch das Lymphgefäßsystem gegangen sein. Außerdem läßt sich die Schnelligkeit der Auffaugung der Lymphgefäße nicht sicher bestimmen. Wir können nur aus der langsamen Bewegung des Chylus und der Lymphe einen Schluß darauf machen.

Es ist überhaupt eine merkwürdige Erscheinung, daß man den Austausch der Gasarten in den Lungen kannte und die Venenresorption läugnen wollte, wie auch Burdach bemerkt.

II. Unterschied der Venen- und Lymphresorption.

Nach dem Vorausgegangenen kann kein Zweifel obwalten, daß die Venen wie die Lymphgefäße Materien, mit denen sie in Berührung kommen, aufnehmen. Zunächst muß daher unsere Aufmerksamkeit sich darauf richten, zu ermitteln, inwiefern die Resorption der Venen und die der Lymphgefäße sich unterscheiden, oder worin sie sich gleichen.

In einem wichtigen Punkte kommen beide überein, nämlich darin, daß Lymphgefäße wie Capillargefäße nur Stoffe aufnehmen, die in Wasser gelöst, oder in den Säften des Organismus löslich sind. Einen auffallenden Beleg hierzu liefert das Quecksilber: es wird bei volvolus und anderen Krankheiten des Darmes im reguliniſchen Zustande und in großen Quantitäten gegeben, nnd man fand es in solchen Fällen oft in außerordentlich feinen Kügelchen theilweise wenigstens über die mucosa des Darms verbreitet, ohne daß es in dem Blute, oder in dem Chylus nachgewiesen wäre und ohne daß Erscheinungen der Intoxication auf die Aufnahme desselben gewiesen hätten. Wir gründen ferner auf diese Eigenschaft der Gefäße, nur gelöst'te oder unter den angegebenen Bedingungen lösliche Substanzen aufzunehmen, die Anwendung vieler Mittel bei Vergiftungen. Das Eisenoxydulhydrat tritt mit der arsenichten Säure zu einer unlöslichen Verbindung zusammen, wie das Eiweiß mit dem Sublimat einen unlöslichen Körper bildet. Beide sind aber bei Arsenik- und Sublimatvergiftungen mehrfach und mit dem besten Erfolge angewandt worden.

Für die Capillargefäße wird auch nicht leicht jemand den angegebenen Satz bezweifeln, sobald er mit den Erscheinungen der Resorption in vollem Umfange vertraut ist. Wir sehen, Gasarten werden von denselben am schnellsten aufgenommen; Schwefel- oder Arsenikwasserstoffgas, die Kohlensäure eingeathmet, wirken augenblicklich; Flüssigkeiten entfalten ihre Wirkungen um so schneller, je mehr sie flüchtig sind; Blausäure und Aether verbreiten sich fast mit derselben Schnelligkeit, wie die Gase im Körper. Eine Substanz, welche sich in Aether, Weingeist und Wasser löst, wirkt unter übrigens gleichen Umständen in der ätherischen Lösung am schnellsten, in der wässerigen langsamer. Wir wissen, daß Opium und viele Mittel in Substanz weniger schnell wirken, als wenn man sie als Tincturen, überhaupt in gelöst'er Form giebt, und vom Arsenik habe ich dieselbe Erfahrung gemacht. Ich habe Igeln weißen gepulverten Arsenik in großen Gaben in den Magen gebracht, und sie starben oft erst nach mehren Tagen; dagegen starb ein Igel schon nach drei Stunden, welcher acht Gran in einer wässerigen Auflösung erhalten hatte. Wie lange muß man auf die Erscheinung der Vergiftung warten, wenn man extr. nuc. vomic. einem Thiere unter die Haut bringt, und nach wenig Minuten treten die charakteristischen tonischen

Krämpfe auf, ſobald man eine Auflöſung deſſelben in das Zellgewebe ſpritzt. Noch langſamer erfolgt die Reſorption, wenn die Subſtanzen nicht bloß gelöſ't, ſondern im Organismus vorher in lösliche Verbindung verwandelt werden müſſen, wie eine intereſſante Beobachtung von Heuſinger ſehr auffallend zeigt. In den Zuſätzen zu Magendie's Phyſiologie *) iſt der Fall, wie folgt, erzählt: »Einmal erhielt ich ein Huhn, an deſſen »Magen ein ziemlich langer und dicker Balg an einem dünnen Stiele herab»hing; dem Stiele gegenüber war in der Muskelhaut und auf der innern »Haut des Magens eine Narbe, die offenbar ein Nagel durchbohrt hatte. »Der aufgeſchnittene inwendig glatte Balg enthielt aber keinen Nagel, ſon»dern nur wenig ſchwarze, ſchmierige Maſſe; dieſe beſtand aus Eiſen»oxydul in inniger Verbindung mit Fett und Eiweis; wahrſcheinlich würde »in kurzer Zeit der letzte Reſt des Nagels reſorbirt worden ſein.«

Bei den Lymphgefäßen konnte man zweifeln, ob ſie nur flüſſige und aufgelöſ'te Subſtanzen aufnehmen, da man in dem Chylus und der Lymphe eigenthümliche Körner findet. Genau genommen gilt aber daſſelbe auch von den Lymphgefäßen, was von den Capillargefäßen geſagt wurde, da man bei Unterſuchung des Chylus von der Idee zurückkommen muß, daß die Körner ſchon vor der Reſorption vorhanden geweſen ſeien. Der Chylus nämlich in den Darmlymphgefäßen enthält viele Oeltröpfchen und wenig charakteriſtiſche Chyluskörperchen. In dem Chylus dagegen, welcher die Gekrösdrüſen paſſirte, findet man weniger Oeltröpfchen und weit mehr Körner und in dem Chylus des ductus thoracicus ſind die letzteren ſehr häufig und die erſteren ganz verſchwunden, oder wenigſtens ſehr ſelten. So haben Tiedemann und Gmelin, Arnold, C. H. Schultz, neuerlich wieder Bruns die Verhältniſſe dargeſtellt, und eigene Beobachtungen ſprechen gleichfalls dafür; nur bin ich weit entfernt, aus dem Umſtande, daß die Oeltröpfchen verſchwinden in dem Maaße, als die Chyluskörperchen häufiger vorkommen, zu ſchließen, daß die erſteren in letztere ſich umwandeln; denn aus einem fetten Körper kann ſich ſchwerlich eine Proteinverbindung bilden. Wenn wir daher dem Ausſpruche von J. Müller beipflichten müſſen, »daß »reſorptionsfähiger Chylus immer flüſſig ſein muß,« ſo dürfen wir den oben ausgeſprochenen Satz für erwieſen annehmen.

Bei Krankheiten ſcheint dieſes Geſetz eine Einſchränkung zu erleiden, da man Eiter in Lymph- und Blutgefäßen gefunden hat, wie früher angeführt wurde. In den meiſten Fällen darf man indeſſen das Vorkommen des Eiters in den Gefäßen nicht auf Reſorption zurückführen. Es ſind dieſes namentlich die Fälle, wo wirklicher Eiter mit den charakteriſtiſchen Körperchen im Blute nachgewieſen wurde, oder wo bei großen Eiterungen Lobularabſceſſe in den Lungen und bei Typhus, Darmentzündungen, überhaupt Unterleibsentzündungen ſolche Abſceſſe in der Leber vorkommen. Der Eiter kommt in vielen dieſer Fällen in zerſtörte Gefäße, wird nicht von einem unverletzten Gefäßnetze aufgenommen, und in zerſtörte, angefreſſene Gefäße können auch wohl die Eiterkörperchen dringen. In anderen Fällen wird der Eiter in den Gefäßen ſelbſt gebildet, wie die entzündeten Gefäße häufig genug darthun. Es läßt ſich indeſſen eine wirkliche Eiterreſorption nicht läugnen, nur kann man für dieſe Fälle auch die Eiterkörperchen nicht nachweiſen. Es kommen nämlich ſeltener Fälle vor, wo in anderen Gebilden als der Lunge und Leber bei Krankheiten ſecundäre Ab-

*) Bd. II. S. 244.

Digitized by Google

sceſſe entſtehen. Hier läßt ſich nun die Bildung der letzteren nicht ſo erklären, wie in der Lunge und Leber, daß nämlich die Eiterkörperchen vermöge ihrer Größe nicht durch die Capillargefäße hindurchgehen können, dieſelben verſtopfen und ſo durch Hemmung des Capillarkreislaufes an einzelnen Stellen Entzündung und Eiterung erregen, ſondern man muß annehmen, daß der flüſſige Theil des Eiters in das Blut übergegangen ſei, da die Eiterkörperchen nicht durch die Capillargefäße der Lunge hätten hindurchgehen können. Viele Pathologen ſind dieſer Meinung, J. Müller tritt ihr bei, und Haſſe in ſeiner pathologiſchen Anatomie hat ſich neuerlichſt ebenfalls dafür ausgeſprochen und ſo möchte dieſe pathologiſche Erſcheinung auch kein Grund gegen obige Annahme ſei. Man darf indeſſen keineswegs den Satz ſo ausſprechen, wie es geſchehen iſt, daß Alles, was aufgelöſ't oder löslich ſei, reſorbirt werde, ſondern es iſt nur richtig, wenn man ſagt: Alles, was reſorbirt werden ſoll, muß gasförmig oder flüſſig ſein. Es ſcheint nämlich Subſtanzen zu geben, die nicht aufgenommen werden, trotzdem daß ſie flüſſig ſind. Dahin gehört die Kurkuma, die nach Gibſon ſich immer in den Darmexcretionen wiederfindet, und vielleicht werden auch noch andere Farbeſtoffe nicht aufgenommen, da die Pigmente des Lakmus, der Cochenille, Alkanna, des Saftgrüns weder im Harne, noch im Blute, noch im Chylus wiedergefunden worden ſind.

Bei Betrachtung der übrigen Erſcheinungen der Reſorption ſcheint es, als ob ſich die Reſorption der Capillargefäße nur von der der Lymphgefäße durch die Schnelligkeit unterſcheide. Wir ſahen, daß die beſten Beobachter in den Lymphgefäßen fremde Subſtanzen gefunden haben, wie in den Blutgefäßen, Tiedemann und Gmelin namentlich blauſaures und ſchwefelſaures Kali, Magendie riechende und ſtark ſchmeckende Subſtanzen und die Beobachter der mediciniſchen Akademie zu Philadelphia machen es ſogar wahrſcheinlich, daß die Gifte von den Lymphgefäßen aufgenommen und fortgeführt werden. Alle ſtimmen aber darin überein, daß die Subſtanzen früher in den Blutgefäßen und dem Harne, als in den Lymphgefäßen nachgewieſen werden können, oder wenigſtens ſpäter von den Lymphgefäßen aus wirken. So ſoll bei Unterbindung der Pfortader eine Abkochung von nux vomica erſt nach 23 Minuten gewirkt haben, während ſie ſonſt nach 6—10 Minuten ihre Wirkungen entfaltet; man findet blauſaures Kali 2 Minuten nach der Einverleibung in den Darmkanal im Blute und ſelbſt im Harne wieder, weit ſpäter dagegen in den Lymphgefäßen. Eine ähnliche Beobachtung kann ich ebenfalls aufführen. Unterbindet man bei einem Froſche die Schenkelarterie und Vene, und ſchneidet den Schenkelnerv durch, und bringt dann den ſo behandelten Schenkel mit der nöthigen Vorſicht in eine Auflöſung von Strychnin, ſo tritt Vergiftung ein, aber erſt nach Stunden, während ſie ſonſt ſehr ſchnell auftritt. Gegen den letzten Verſuch, ſo wie gegen die Experimente der genannten Amerikaner laſſen ſich gegründete Einwendungen machen; bei dem Froſche habe ich vielleicht nicht alle Blutgefäße des Schenkels unterbunden und daher den Blutkreislauf nicht aufgehoben, und bei Unterbindung der Pfortader ſind vielleicht Venen vorhanden, die aus dem Darme Blut unmittelbar in die Hohlader führen können, und die Vergiftung kann in beiden Fällen durch die Blutgefäße noch erklärt werden. Allein angenommen, die Lymphgefäße wären die Wege, auf denen das Gift eingedrungen iſt, ſo beweiſen die Verſuche nur, daß bei Verſchließung der Blutgefäße dieſe Subſtanzen von den Lymphgefäßen aufgenommen werden, und man darf kei-

neswegs darauf den Schluß gründen, daß etwas Aehnliches unter normalen Verhältniſſen vorkomme. Was die Angaben von der Aufnahme von Riechſtoffen und Salzen anbelangt, ſo werden dieſe durch ein pathologiſches Phänomen erklärt. Im normalen Zuſtande findet Niemand Galle in den Lymphgefäßen, aber ſie kommt bei Verſchließung des Gallenganges und bei einer ſehr vermehrten Abſonderung der Galle (Polycholie) in denſelben vor. Und wie hier, ſo kommen auch nur Salze und riechende Stoffe in den Lymphgefäßen vor, wenn ſie in ungewöhnlich großen Quantitäten vorhanden ſind, und die beſten Beobachter geben an, daß die Reſorption dieſer Maſſen ſchon lange gedauert habe, alſo eine größere Quantität vorhanden ſein mußte, ehe ſie in den Lymphgefäßen ſich auffinden ließen. Die angeführten Erfahrungen ſprechen alſo keineswegs dafür, daß alle Subſtanzen von den Lymphgefäßen aufgenommen werden, nur etwas weniger ſchnell, als ſie in die Blutgefäße kommen, ſondern ſie weiſen darauf hin, daß unter normalen Verhältniſſen die Lymphgefäße eine Menge Subſtanzen nicht aufnehmen.

Suchen wir den Unterſchied feſtzuſtellen, der zwiſchen den Subſtanzen ſtattfindet, welche die Blut- und die Lymphgefäße aufnehmen, ſo müſſen wir noch eine Frage aufwerfen, nämlich: ob in die Blutgefäße Chylus und Lymphe übergehen? Von der Lymphe hat wohl ſchwerlich Jemand behauptet, daß ſie von den Blutgefäßen aufgenommen werde, und die Thatſache, daß ein eigenes Gefäßſyſtem für deren Reſorption exiſtirt, wird auch immer eine mehr als erhebliche Einwendung gegen eine derartige Annahme bleiben. Von dem Chylus dagegen haben ältere und neuere Beobachter hin und wieder behauptet, daß er in die Blutgefäße eindringe. So viel bekannt iſt, beruht die Meinung auf der Beobachtung weißer, ſogenannter chylusartiger Streifen im Blute der Pfortader. Man kann jedoch daraufhin nicht ausſprechen, daß die Blutgefäße jemals Chylus aufnehmen, da weißſtreifiges Blut auch manchmal aus anderen Venen fließt und von den Pathologen beobachtet wurde. Die Beobachtungen ſind ferner auch zu ungenau; unter welchen Verhältniſſen man es geſehen hat, welche Nahrungsmittel genoſſen waren, wie weit die Chylification vorgeſchritten, ſind Punkte, die erſt feſtgeſtellt werden müſſen, ehe man eine Reſorption des Chylus durch die Blutgefäße glauben kann, wenn man auch eine directe Nachweiſung, daß jene Streifen Chylus geweſen ſind, nicht fordern wollte.

Aus den angeführten Erfahrungen iſt alſo ein directer Uebergang des Chylus in die Blutgefäße nicht erwieſen, und aus dem beſtändigen Vorkommen dieſer Flüſſigkeit in den Lymphgefäßen weit weniger als wahrſcheinlich.

Außer der verſchiedenen Schnelligkeit der Reſorption der Lymph- und Blutgefäße ſtellt ſich alſo ein ſehr merkwürdiger Unterſchied hinſichtlich der Subſtanzen, welche die verſchiedenen Gefäßſyſteme aufnehmen, heraus, ein Unterſchied, der auch längſt die Aufmerkſamkeit der neueren Phyſiologen in hohem Grade erregte.

Die Lymphgefäße führen unter normalen Verhältniſſen nur Chylus und Lymphe, Flüſſigkeiten, welche aus Proteinverbindungen, freiem oder gebundenem Fette und den gewöhnlichen im thieriſchen Organismus gefundenen Salzen beſtehen; mitunter findet ſich außerdem im Chylus noch Zucker, wenn die Nahrungsmittel ſolchen oder Amylum enthielten. Dieſe Stoffe kommen in dem liquor sanguinis vor und ſtellen das Material dar, durch welches die chemiſchen Vorgänge des Lebens, Ernährung und Abſonderung allein unterhalten werden können.

Die Capillargefäße dagegen nehmen fremde Substanzen auf, welche der Organismus sich nicht zu assimiliren vermag, mögen sie nun bloß durch den Körper hindurchgehen, oder die Processe und Thätigkeit desselben auf die mannigfaltigste Weise abändern, oder selbst giftige Wirkungen entfalten. Nur dann zeigen sich fremde Substanzen in den Lymphgefäßen, wenn sie wegen Unterbrechung des Kreislaufes nicht in das Blut direct gelangen, oder wenn sie in so bedeutender Menge vorhanden sind, daß sie von den Blutgefäßen nicht schnell genug fortgeführt werden können.

So sehr nun die Erfahrung frappirt, daß Substanzen, welche zur Zusammensetzung des Körpers gedient haben, und Materien, welche geeignet sind, die chemischen Processe des Lebens zu unterhalten, durch ein eigenes Gefäßsystem dem Blute zugeführt werden, während fremde Substanzen, die nicht unbedingt zum Bestehen der Organisation gefordert werden, unmittelbar in das Blut gelangen, so zeigt doch eine genaue Betrachtung der Oekonomie des Wirbelthierkörpers, daß eine derartige doppelte Auffaugung ein unerläßliches Bedürfniß ist, und wo wir den Zweck einer Erscheinung für den Körper und seine Thätigkeit nachweisen können, gewinnen wir wieder die sicherste Ueberzeugung, daß wir uns bei der Beobachtung nicht getäuscht haben.

Jede Thätigkeit hängt von der Integrität der chemischen Vorgänge des Körpers ab, und Ernährung und Absonderung sind Processe, die in keiner Weise eine Unterbrechung erleiden können, sondern in einem gewissen Grade stetig erfolgen müssen. Bei der langsamen Bewegung der Flüssigkeit in den Lymphgefäßen wird auf der einen Seite das frische Material für jene Processe, welches der Darmkanal aus den Nahrungsmitteln ausscheidet, der Chylus, langsam und in kleinen Quantitäten dem Blute immer zugemischt in dem Maaße, als es der Organismus bedarf, und das Colliquament der organischen Substanz, wie man die Lymphe, zum großen Theil wenigstens, betrachten kann, erscheint ebenfalls nur allmälig und in der Menge im Blute, in welcher es zu weiteren Zwecken im Organismus selbst, oder zur Ausscheidung verwendet werden kann.

Würde es möglich sein, dieses bestimmte Verhältniß zwischen Consumtion und Zuleitung der zur Ernährung und Absonderung nöthigen Blutstoffe zu erhalten, wenn die Capillargefäße Chylus und Lymphe aufnähmen? Könnte die geringe Quantität fester Bestandtheile, welche das Blut in den wenigen Minuten, in welchen es den Organismus durchkreis't nnd wieder durchkreis't, verliert, fortwährend wiedererseßt werden durch eine gleich unbedeutende Menge ähnlicher oder gleicher Stoffe, wenn die Capillargefäße allein resorbirten? Bei der Schnelligkeit, womit in die letzteren die Substanzen gelangen, würden Chylus und Lymphe in jeder Quantität, in welcher sie vorkämen, schnell aufgenommen werden, und die Absonderung in dem Maaße reichlicher erfolgen müssen. Dadurch wären die zum Leben nothwendigen Bestandtheile des Blutes bald im Ueberschusse vorhanden, bald würden sie ermangeln, und bei dieser Ebbe und Fluth im Gefäßsysteme müßte sich eine gefährliche Fluctuation in den zur Thätigkeit unentbehrlichsten Processen des thierischen Körpers wahrnehmen lassen.

Auf der andern Seite konnten die Nachtheile, welche fremde Substanzen auf die Vorgänge der Ernährung und Absonderung mittelbar oder unmittelbar ausüben können, nicht vermieden oder vermindert werden, als dadurch, daß sie unmittelbar in das Blut übergehen. Im Darmkanale werden sie rasch entfernt und stören auf diese Weise die Chylification weniger; sie

kommen schnell auf diesem Wege in die Excretionsorgane und können nach ihren weiteren Eigenschaften in Gasform durch Haut und Lunge, in flüssiger Form durch die Leber, Haut und Nieren, oder in allen Formen zugleich in dem Maaße, als sie ins Blut gelangen, immer wieder entfernt werden. Wo Substanzen aufgenommen werden, die gefährlichere Wirkungen haben, tritt die Wirkung schnell ein und ist schnell vorüber, ein Erfolg, der selbst im unglücklichsten Falle unter den unvermeidlichen Uebeln das kleinste ist.

Wären es die Lymphgefäße, welche die fremden Substanzen mit dem Chylus und der Lymphe aufnehmen müßten, so könnten Substanzen z. B. im Darmkanale erst aufgenommen werden, wenn sie durch heterogene chemische Eigenschaften die Resultate der Verdauung längst vereitelt hätten; fremde Materien würden, dem Blute während einer längern Zeit ununterbrochen in kleinen Quantitäten zugemischt, die Zusammensetzung des Blutes dauernder verändern, und die nachtheiligen Folgen würden erst sehr spät verschwinden. Gelangte z. B. der Wein oder Alkohol durch die Lymphgefäße ins Blut, so würde Jemand, der beim Diner denselben in berauschender Menge genossen hätte, die Folgen nicht im Mittagsschlafe vergessen können, sondern sie erst später und Tage lang empfinden. Dem Türken würde der Genuß von Opium vor der Schlacht nichts im Treffen selbst helfen, aber eine dauerhafte Todesverachtung auf einer weiten Flucht wohl daher abgeleitet werden können.

III. Apparat der Auffaugung.

Es ist wohl nichts natürlicher, als bei einer so großen Verschiedenheit hinsichtlich der Materien, welche die Lymphgefäße und Venen aufnehmen, an eine auffallende anatomische Verschiedenheit beider Gattungen von Gefäßen zu glauben. Die anatomischen Verhältnisse beider sind auch nicht gleich, allein sie unterscheiden sich auf eine ganz andere Weise, als man erwartet und früher ziemlich allgemein angenommen hat.

Ueber das Verhalten der Capillargefäße waltet kein Zweifel, sie bilden überall geschlossene Netze, die in verschiedenen Geweben verschieden dichte Maschen darstellen; nirgends finden sich, weder zur Aufnahme, noch zur Abgabe von Stoffen offene Mündungen, und was ältere Schriftsteller über Oeffnungen der Blutgefäße in andere Kanäle, auf Membranen u. s. w. aussagten, hat nur noch historisches Interesse.

Die Anfänge oder feinsten Wurzeln des lymphatischen Gefäßsystemes sind bei weitem nicht so bekannt, und es giebt auch hier noch sehr verschiedene Meinungen.

Die ältere Annahme vindicirt für die feinsten Lymphgefäße offene Mündungen. Lieberkühn, Hewson, Cruikshank, Sheldon, Hedwig haben hauptsächlich auf Injectionen von den Stämmen aus diese Meinung ausgesprochen. Die genannten Anatomen sind aber weit entfernt, gleiche Vorstellungen von der Lage und Form dieser offenen Mündungen erlangt zu haben; der eine läßt sie an der Oberfläche der Darmzotten, der andere an der Basis der Darmzotten mit freien Mündungen beginnen, die meisten an der Spitze. Durch die Kenntniß des Epitheliums der Darmzotten, welches in der neuesten Zeit wir Henle verdanken, haben wir den Grund kennen gelernt, weßhalb man an der Oberfläche der Darmzotten offene Mündungen gesehen zu haben glaubte. Die Kerne der Epithelialzellen haben wahrscheinlich Veranlassung dazu gegeben.

Magendie läugnet die freien Mündungen der Lymphgefäße in der

angegebenen Art, behauptet dagegen einen Zusammenhang der feinsten Arterien mit den Lymphgefäßen, der in neueren Zeiten abermals in Frankreich behauptet wurde, und wovon Müller in der letzten Ausgabe seiner Physiologie Bd. I. pag. 212 sagt: »Ob die Capillaren des Blutgefäßsystemes »durch feinere Zweigelchen, welche keine Blutkörperchen, sondern nur Blut»flüssigkeit oder Blutlymphe aufnehmen (vasa serosa), mit dem Anfange der »Lymphgefäße zusammenhängen und die Lymphe durch diese Gefäße von den »Blutkörperchen theilweise abgeseibt wird, ist noch ungewiß.« Die Behauptung Magendie's ruht auf dem Resultate, welches bei Arterieninjectionen gewonnen ist, und der Uebergang von Injectionsmasse wird so leicht dargestellt, ohne daß die Art der Injection und die Masse genauer bezeichnet sind, daß man mißtrauisch gegen die Angabe werden muß. Es ist bekannt, wie leicht z. B. bei Injection der Drüsenkanäle sich Lymphgefäße füllen, und doch wird hier ganz allgemein Extravasat angenommen. Bei den Zweifeln über den Zusammenhang der Lymphgefäße mit den Arterien war es mir besonders interessant, die Erfahrungen des Geheimen Medicinalraths Bünger kennen zu lernen, der sich mit Injectionen außerordentlich viel beschäftigt hat. Er beobachtete einen Uebergang von feiner Injectionsmasse aus den Arterien in die Lymphgefäße am Hoden. Außerdem besitzt er die feinsten Arterieninjectionen an anderen Theilen, wo nach der Anfüllung des Capillargefäßsystemes noch die Lymphgefäße besonders injicirt wurden. In einzelnen Fällen hat er, namentlich an der Nasenschleimhaut bei Arterieninjectionen der feinsten Art, eine eigene Erscheinung beobachtet. Es füllten sich nämlich in mehren Fällen kurze Zeit nach der Injection sehr feine und sehr oberflächlich liegende Lymphgefäßnetze mit Luft, und man konnte sie als geschlossene Gefäßnetze sehr gut erkennen. Auch Fohmann, Breschet und Panizza haben die Wurzeln der Lymphgefäße als geschlossene Kanäle, welche oberflächlicher liegen, als die blutführenden Haargefäße, einen stärkern Durchmesser als diese und keine Klappen haben, und durch zahlreiche Anastomosen Netze bilden, beschrieben.

Nirgends findet sich ein strenger Beweis für offene Mündungen der Lymphgefäßwurzeln, mögen diese in die Blutgefäße, die secernirenden Kanäle, oder auf Membranen verlegt worden sein; wohl aber haben bereits Rudolphi, Meckel, Lauth, E. H. Weber, später Fohmann, Arnold, Breschet, Schwann und Krause Injectionen und Beobachtungen für die Meinung, daß sie geschlossen sind, beigebracht. Die meisten Untersuchungen sind am Darmkanale und zwar an der Schleimhaut desselben angestellt. Fohmann konnte bei Fischen, wo die Lymphgefäße klappenlos sind, kein Quecksilber durch einen mäßigen Druck in die Höhle des Darmes aus den Lymphgefäßen herauspressen. Schwann fand sie bei glücklichen Injectionen auch beim Menschen blind endigend. Wie hier einzelne Fälle beweisend betrachtet werden müssen, so hat auch die unmittelbare Beobachtung ähnliche Resultate ergeben. Krause fand die Chylusgefäße bei einem Menschen, der während der Chylification verunglückt war, in der Schleimhaut und den Zotten mit Chylus gefüllt, aber geschlossen, und Henle hat Gleiches beobachtet. Man kann sich auch bei Hunden, namentlich jungen Hunden, die noch an der Milch liegen, in einzelnen Fällen, wenn man sie kurz nach dem Säugen tödtet, dadurch überzeugen, daß keine offenen Enden vorhanden sind, daß man ein Lymphgefäß am Mesenterium unterbindet. So lange der Darmkanal sich bewegt und warm bleibt, füllt sich das Lymphgefäß bis zum Bersten an, während bei offenen Mündungen dieses kaum

vorkommen könnte. Nur darin weichen die Angaben ab, welche Form den Wurzeln der Lymphgefäße zukomme. Manche ſchildern ſie als einfache Netze, welche nur hier und da enger und weiter ſind, Andere als zellige Anſchwellungen und Ausbuchtungen, und weitere Unterſuchungen mögen darüber entſcheiden. Wenn aber am Darmkanale die Lymphgefäße geſchloſſen gefunden werden, ſollen ſie im Parenchym anderer Gebilde oder auf anderen membranöſen Gebilden mit freien Mündungen anfangen, oder mit den Arterien zuſammenhängen?

Man darf wohl als ausgemacht anſehen, daß die Lymphgefäße geſchloſſen ſind, wie die Blutgefäße, und der Unterſchied beſtände nur darin, daß in den erſteren ein Kreislauf der Flüſſigkeit, welche ſie enthalten, ſtattfindet, in den letzteren dagegen die Flüſſigkeit beſtändig gegen die Blutgefäße entfernt wird.

IV. Ueber die Geſetze, nach denen die Reſorption erfolgt.

Die Phänomene der Reſorption und die Kenntniß der Anſichten über die anatomiſchen Verhältniſſe der reſorbirenden Gefäße bilden das Material für eine Beurtheilung der verſchiedenen vorhandenen Erklärungsverſuche, und müſſen die Richtung und den Gang neuer Unterſuchungen beſtimmen. Aus dieſem Grunde wurden jene Capitel vorausgeſchickt.

Es exiſtirt eine große Menge von Anſichten über dieſen Gegenſtand, worunter freilich nur die zur Sprache kommen können, welche in unſerer Zeit noch vorkommen; wegen der älteren kann auch füglich auf Haller's Elementa physiologiae, wo ſie mit größter Vollſtändigkeit zuſammengetragen ſind, verwieſen werden.

Einige Phyſiologen haben ſich bis in die neueſte Zeit noch nicht von den Thatſachen, welche für die Venenreſorption ſprechen, überzeugen mögen, und ſchreiben die Function allein den Lymphgefäßen zu. Man ſtützt ſich dann bei der Erklärung auch meiſtens auf offene Mündungen, und erklärt die Aufnahme der Flüſſigkeiten für ein eigenes vitales Vermögen, oder für Wirkung der capillaren Eigenſchaften der Gefäße.

Viel Beifall fand Bichat's Meinung, der ſich den Vitaliſten anſchließt. In ſeiner allgemeinen Anatomie ſagt er: »Ich glaube, daß man nie mit Ge»nauigkeit wird beſtimmen können, wie eine in eine Flüſſigkeit eingetauchte »einſaugende Mündung die Theilchen ergreift und ſie in ihrer Röhre ſtei»gen macht. Unbeſtreitbar iſt es aber, daß die Gefäße dieſes Vermögen »ihren vitalen Kräften verdanken, daß bloß die zwiſchen der beſondern Art »von organiſcher Senſibilität, womit ſie begabt ſind, und den Flüſſigkeiten, »womit ſie in Berührung ſtehen, obwaltende Beziehung die unmittelbare »Urſache der Erſcheinung iſt.«

Im Grunde genommen ſagen die Brownianer mit anderen Worten daſſelbe. Die Lymphgefäße mit offenen oder geſchloſſenen Wurzeln beſitzen nach dieſen eine beſondere Reizbarkeit, und jede andere Flüſſigkeit, als Chylus und Lymphe, erregt ſie entweder nicht zur Thätigkeit, oder verſchließt ſie krampfhaft, oder lähmt ſie. Und wenn nun Bichat's Senſibilität oder dieſe Reizbarkeit krankhaft verändert werden, ſo wird eine abnorme Thätigkeit freilich Alles in die Lymphgefäße führen.

Wie dieſe Anſichten in der neueſten Zeit vorkommen können, beweiſ't Boſtock im Artikel Absorption der Cyclopaedia of anatomy and physiology von Todd. Daſelbſt heißt es: »Wir ſind nicht im Stande, das fragliche »Phänomen in allen ſeinen Momenten auf ein bekanntes Geſetz zurückzu-

»führen; wir müssen uns daher mit dem Factum begnügen, daß die Chylus»gefäße das Vermögen besitzen, mit ihren Endigungen manche Substanzen auf»zunehmen, mit denen sie in innige Berührung treten, daß in den meisten »Fällen die Substanzen, welche sie aufnehmen, die Zusammensetzung des Chylus »haben, und daß sie, wenn nicht besondere Umstände obwalten, alle anderen »Substanzen verschmähen;« nachdem die Venenresorption bezweifelt wird.

Andere Physiologen folgen mehr dem Vorgange von Prochaska, der die Venenresorption nicht ganz läugnet, und die Lymphgefäße bloß als auffangende Haarröhrchen betrachtet, wobei er im Darmkanale noch auf den Druck, den die Muskeln auf das zu Resorbirende ausüben, viel zu rechnen scheint.

Die bedeutendsten physiologischen Auctoritäten erkennen die Venen- und Lymphresorption in der Art an, wie wir dieselbe als das Resultat einer großen Anzahl von Beobachtungen schilderten. Die Erklärungen, welche sie geben, weichen aber noch sehr von einander ab. Bald wird die Resorption der Lymph- wie der Blutgefäße lediglich aus physikalischen Eigenschaften der Gefäße erklärt, bald recurrirt man wieder auf organische Kräfte in beiden Fällen, und noch Andere erklären, was erklärlich ist, aus physikalischen Gesetzen, und was nicht in die Augen springt, leiten sie von organischen Eigenthümlichkeiten ab.

J. Müller, ohne den Blutgefäßen die Eigenschaft, welche man Permeabilität thierischer Häute genannt hat, abzusprechen, glaubt indessen, daß organische Wirkungen bei der Resorption der Blutgefäße vorkommen. Hauptsächlich ist es der Uebergang ernährender Flüssigkeiten aus den mütterlichen Gefäßen in die Gefäße des Kindes, welcher gegen die physikalische Erklärung aufgeführt wird. Allein die Ansichten sind keineswegs in völliger Uebereinstimmung über diesen Punkt. Wer Lymphgefäße im Nabelstrang und der Placenta annimmt, wird die Sache ganz anders darstellen, und wer diese läugnet, könnte vielleicht mit Burdach den liquor amnii als Ernährungsflüssigkeit betrachten und den Austausch von Gasarten (die Abgabe von Kohlensäure und die Aufnahme von Sauerstoff) als Function der Placenta ansehen. Wenigstens möchte die angegebene Function der Placenta als hypothetisch erscheinen und somit vielleicht für keine der angegebenen Ansichten sprechen. Die Auffaugung von Exsudaten durch die Blutgefäße, die gleichfalls für eine organische Resorptionswirkung angesehen wird, möchte ebenfalls nicht als völlig nachgewiesen zu betrachten sein, und hat außerdem wohl eben so wenig etwas Eigenthümliches, als die Auffaugung der Stoffe, welche schon zur Zusammensetzung des Körpers gedient haben, bei der Ernährung.

Ueber die Resorption der Lymphgefäße sagt Müller*) »der Mechanis»mus der Resorption ist noch unbekannt; die Capillarität, mit welcher man »zur Erklärung thierischer Vorgänge so freigebig ist, erklärt nur die An»füllung von Capillarröhrchen, wenn diese leer sind, oder abwechselnd leer »werden, sie erklärt aber nicht das Aufsteigen der Säfte,« und weiter: »bei der Resorption muß irgend eine Anziehung stattfinden.« Als analoge Erscheinung wird die Auffaugung und das Aufsteigen des Pflanzensaftes betrachtet, ein Phänomen, welches auch nicht völlig aufgeklärt ist.

Berthold erklärt**) die Auffaugung der Blutgefäße aus der Permeabilität thierischer Häute; die Auffaugung der Lymphgefäße vergleicht er mit einer Art Reaction nach innen, und meint, wie aus dem Blute nur in der

*) Neueste Ausgabe der Physiologie, I. p. 215.

**) Physiologie, zweite Ausgabe II. p. 169.

leber die Galle, in den Speicheldrüsen der Speichel abgesondert werde, so werden hier aus den Substanzen, die aufgenommen werden sollen, nur Chylus und Lymphe aufgenommen. Dabei kommt es freilich darauf an, wie man die Secretion erklärt.

R. Wagner scheint die Resorption der Blutgefäße *) als Imbibitionsphänomen anzusehen; dagegen wird die physiologische und anatomische Bedeutung der Lymphgefäße als nicht klar bezeichnet.

Magendie betrachtet die Resorption als die Folge der Permeabilität der Gefäßmembran überhaupt, geht indessen auf die Erklärung der lymphatischen Resorption, soweit er dieselbe überhaupt zugiebt, durchaus nicht ein. Arnold dagegen **) sucht aus den Gesetzen der Permeabilität die specifische Resorption der Lymph- und Blutgefäße zu erklären, wie folgt: »Es dringt also der flüssige Darminhalt, welcher von der Substanz der »Schleimhaut eingesogen wird, auch in die Lymph- und Blutgefäße hin»ein. Der Umstand, daß der Milchsaft in erstere, heterogene flüssige »Stoffe aber in letztere gelangen, findet seine Erklärung erstens in je»nem Capillaritätsphänomen, welches als Endosmosis bezeichnet wurde, »so wie zweitens in der Anziehung, welche das Blut in den Haarge»fäßen auf manche Stoffe ausübt. Da nach der verschiedenen Beschaffen»heit der Häute und deren Capillarattraction zu der einen oder andern »Flüssigkeit, bald die eine in größerm Verhältniß zu der andern über»geht, bald das Umgekehrte statthat, so kann man in der verschiedenen »Natur der Wände der Lymph- und Blutgefäße, sowie in den verschiedenen »Verhalten der von diesen eingeschlossenen Flüssigkeiten zu denjenigen flüssi»gen Materien, welche außerhalb jener Kanäle in der Substanz der Schleim»haut, oder auch in der Höhle des Darmes enthalten sind, eine genügende »Erklärung des Phänomens finden, daß gewisse Flüssigkeiten in die Saug»adern, andere in die Blutgefäße übertreten.«

Es giebt vielleicht noch eine große Anzahl Verschiedenheiten in den einzelnen Ansichten, wesentlich werden sie indessen mit einer der genannten zusammenfallen. Alle kommen darin überein, daß sich keine sichere Erklärung von dem Phänomen geben lasse, und enthalten daher mehr Fingerzeige für weitere Untersuchungen, als Resultate. Die practische Medicin macht indessen an keine Lehre der Physiologie größere Ansprüche, als gerade an diese. Von den Ansichten über Resorption werden die Ansichten über Arzneiwirkungen bestimmt, und in vielen Krankheiten sollen die Indicationen für die Anwendung dieser oder jener Mittel gerade aus diesem Theile der Physiologie fließen. Ich erinnere nur an die Krankheiten, wo es sich darum handelt, flüssige oder feste Exsudate hinwegzuschaffen, in denen die allerverschiedenartigsten Mittel angewandt werden können, ohne daß man eine sichere Indication in den meisten Fällen dafür auffinden kann.

Diese practische Seite der Arbeit ist es hauptsächlich, welche mich dieselbe unternehmen ließ.

Vor allen Dingen mußte ich mir die Frage aufwerfen: »von welcher »Eigenschaft der Gefäßwandungen hängt die Resorption ab?« Da man bis jetzt vergeblich nach freien Mündungen der Lymphgefäße gesucht hat, die ohnedem im Parenchym der meisten Organe nicht einmal gedacht werden können, wie z. B. in Muskeln, so müssen die Flüssigkeiten

*) Physiologie zweites Heft, p. 279.

**) Im zweiten Theile seiner Physiologie, p. 145.

durch die Wandungen der Lymph- und Blutgefäße ohne allen Zweifel hindurchdringen. Alle thierischen Theile nehmen im lebenden wie im todten Zustande Flüssigkeiten auf, mit denen sie in Berührung kommen, und es kommt demnach allen eine Eigenschaft zu, die wir mit dem Namen Imbibition belegen. Wenn sich den Wandungen der Lymphgefäße, wie man sich zudem an größeren Lymphgefäßen in lebenden Thieren überzeugen kann, die Imbibition nicht absprechen läßt, eben so wenig wie den Blutgefäßen, so fragt es sich nun weiter, ob sich die Phänomene der Resorption daraus erklären lassen.

Als einfache Imbibition läßt sich weder die Resorption im Capillar-, noch im Lymphgefäßsysteme darstellen. Man kann bei dieser Eigenschaft nur begreifen, wie Flüssigkeiten in eine Membran gelangen, allein nicht, wie sie durch dieselbe hindurchgehen oder ausfließen, worauf es gerade hier ankommt. Eine Membran, ein Schwamm, irgend ein thierischer Theil in Wasser gelegt, saugt sich wohl voll Wasser, giebt dasselbe aber nicht ab, da in Capillarröhrchen eine Flüssigkeit bloß steigt, aber nicht ausfließt. Man kann nun einer Membran und einem Schwamme die Flüssigkeit auf eine doppelte Weise entziehen, nämlich entweder durch Druck — und der leiseste Druck reicht schon hin, das Ausfließen zu bewirken — oder, wenn ich mich so ausdrücken darf, auf dem Wege der Affinität. Sobald nämlich eine Membran unter gewissen Bedingungen auf beiden Seiten mit verschiedenen Flüssigkeiten in Berührung kommt, ohne daß die letzteren sich in unmittelbarem Contacte befinden, so entstehen durch die Membran Strömungen nach beiden Seiten hin, wodurch sich die Flüssigkeiten mischen. Man hat dieses Phänomen mit dem Namen der Endosmose und Exosmose belegt, und die Gesetze desselben scheinen für die Resorption nicht unwichtig.

a. Ueber Endosmose und Exosmose.

Parrot war wohl der erste, welcher die Erscheinung beobachtete. Er füllte einen Glascylinder mit Weingeist und verschloß dessen Mündung mit einer Blase. So wurde die Vorrichtung in ein mit Wasser angefülltes Glas untergetaucht. Nach Verlauf von wenigen Secunden war eine solche Menge Wasser zum Weingeist gedrungen, daß letzterer stark in die Höhe getrieben wurde, und beim Durchstechen der Blase mit einer Nadel mehre Fuß weit ein Strahl Weingeist durch die Oeffnung herausſprang. Mit dem Phänomene beschäftigten sich weiter Fischer, Dutrochet, Magnus und Poisson, und Dutrochet war der erste, welcher eine doppelte Strömung nachwies. Es geht nämlich nicht bloß Wasser zum Weingeist, sondern Weingeist dringt auch zu gleicher Zeit zum Wasser, nur in geringerer Quantität. Am besten überzeugt man sich von einer doppelten Strömung in diesen Fällen bei Anwendung gefärbter Flüssigkeiten, oder solcher, die sich durch Reagentien leicht wieder erkennen lassen. Giebt man eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer in einen Cylinder, der mit Blase verschlossen ist, und setzt denselben in ein Gefäß mit Wasser, so wird die Kupferlösung steigen, allein im umgebenden Wasser erkennt man früh durch Reagentien das Kupfersalz, und etwas später auch durch die Farbe. Endosmose und Exosmose finden daher meistens gleichzeitig Statt, und Magendie hat nicht ganz Unrecht, wenn er das Phänomen eine Imbibition mit doppelter Strömung nennt.

Die Erklärungsversuche sind sehr verschieden ausgefallen. Dutrochet hat bekanntlich die Ströme von Electricität abgeleitet, welche sich durch zwei heterogene Flüssigkeiten, die durch eine feuchte Membran getrennt sind, eben

so entwickeln soll, wie zwei heterogene Metalle, zwischen denen sich eine feuchte Membran u. s. w. befindet. Ampère war zwar dieser Ansicht zugethan, allein electrische Ströme haben sich nicht nachweisen lassen. Magnus und Poisson haben die Imbibition mit doppelter Strömung als Capillaritätsphänomen betrachtet, und zwar glaubt Magnus, daß mit den capillaren Eigenschaften der Membranen die Möglichkeit des Durchfließens gegeben sei, das Durchfließen selbst aber durch die wechselseitige Anziehung der Flüssigkeiten bewirkt werde.

Die letztere Ansicht hat sehr viel für sich, und man kann sie die herrschende nennen; sie bedarf indessen einiger Modificationen, wie sich aus dem Folgenden ergeben möchte, da sich nicht alle Momente der Erscheinung auf die angegebene Weise erklären.

Um die Gesetze der Endosmose näher zu bestimmen, wurden eine Menge Versuche von mir angestellt, in denen ich hauptsächlich folgende Fragen zu zu lösen mich bemühte.

Die erste Frage war: Wirken elastische und tropfbare Flüssigkeiten, wenn sie durch eine feuchte thierische Membran getrennt sind, eben so auf einander ein, als wenn sie frei mit einander in Berührung kommen, oder werden hier Eigenthümlichkeiten beobachtet?

Bei Gasen, die entweder frei, oder in Flüssigkeiten aufgelöst, durch eine Membran in Verbindung treten, läßt sich die Frage gleich entscheiden. Es ist bekannt, daß sie sich mit einander nach den bekannten Diffusionsgesetzen mischen. Eine zur Hälfte mit atmosphärischer Luft angefüllte feuchte Blase, zugebunden in eine mit Kohlensäuregas gefüllte und über Wasser stehende Glasglocke gebracht, schwillt bis zum Zerplatzen an, ohne daß viel atmosphärische Luft entweicht. Wir wissen ferner, daß, wenn eine Flüssigkeit ein Gas aufgelöst enthält, dieselbe das Gas nicht abgiebt, so lange sie unter dem Drucke derselben Gasart steht; kommt sie aber mit einer andern Gasart in Verbindung, dann tauschen sich beide Gasarten bis zum Gleichgewicht der Vertheilung aus. Wir sehen daher venöses Blut, welches in einer feuchten Blase der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird, röther werden, indem es einen Theil Kohlensäure abgiebt und Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft dafür aufnimmt.

Mit tropfbaren Flüssigkeiten ist es nicht anders. Sobald sie auf einander einwirken, ist die Wirkung dieselbe, als wenn sie frei mit einander in Berührung kommen. Auflösungen organischer und unorganischer Körper, die sich mit Wasser mischen, mischen sich in einem Cylinder, der mit Blase verschlossen ist und in ein Gefäß mit Wasser gestellt wird, eben so vollständig, als wären sie frei mit einander in Berührung. Die Mischung erfolgt in vielen Fällen langsamer, in anderen dagegen schneller. Eine Eiweisauflösung in ein Glas gebracht und Wasser darüber gegossen, bleiben in der Ruhe sehr lange wenigstens getrennt; eine Eiweislösung dagegen, in einen Glascylinder, der mit Blase verschlossen ist, gegossen und in Wasser gestellt, mischt sich weit schneller mit dem Wasser, selbst in der Ruhe. Eben so verhalten sich Flüssigkeiten und Lösungen, die sich mit Weingeist mischen, und verschiedene Salzlösungen unter einander selbst, wie z. B. schwefelsaures Kupfer und chromsaures Kali. Zersetzen sich die Flüssigkeiten, so tauschen sich, während sie sich mischen, ihre Bestandtheile aus, ohne oder mit Bildung von Niederschlägen, wie es auch sonst der Fall ist. In einem Stück Darm eine Auflösung von Eisenchlorid gefüllt und zugebunden in eine Lösung von

Schwefelcyankalium gelegt, trifft man bald darauf eine blutrothe Flüssigkeit in und außerhalb des Darmes. Eine Auflösung von Blutlaugensalz in ein Darmstück gefüllt und dieses zugebunden in eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul gelegt, so entsteht entweder im Darme oder außerhalb desselben ein blauer Niederschlag, bei chromsaurem Kali und essigsaurem Blei ein gelber u. s. w.

Flüssigkeiten, welche sich sonst nicht mischen, mischen sich auch nicht unter den angegebenen Verhältnissen. Ein fettes Oel und Wasser mischen sich auch nicht mit Hülfe einer feuchten Membran, eben so wenig Weingeist mit einem fetten Oele, oder manche Salzlösungen mit fettem Oele.

Es mischen sich indessen nicht alle Flüssigkeiten, die sich sonst mischen, und dieser Umstand veranlaßt die zweite Frage: *welches sind die Bedingungen, unter denen Flüssigkeiten durch eine Membran sich mischen, oder mit einander in Wechselwirkung treten?*

Einmal finden keine Strömungen durch die Membran hindurch Statt, wenn die Flüssigkeiten auf beiden Seiten völlig gleich sind. Wasser im innern Cylinder und im äußern zeigt keine oder nur unbedeutende Niveauveränderungen, die von der Verdunstung abzuleiten sind; eben so ist es mit gleich concentrirten Salzlösungen und Lösungen anderer Körper, wie auch *Magnus* beobachtet hat *). Sollen Strömungen durch die Membran entstehen, müssen die Flüssigkeiten entweder eine ungleiche Concentration besitzen, oder völlig verschieden sein, oder chemische Affinitäten gegen einander äußern können.

Es zeigt sich indessen, daß die Grenze für die Flüssigkeiten, zwischen denen ein Austausch möglich ist, noch nicht eng genug gezogen ist, und es ist hiermit nur *eine* Bedingung der Endosmose aufgefunden.

Alle Flüssigkeiten, welche die Membran zersetzen, oder bei der Berührung mit thierischen Theilen sich zersetzen, schließen nothwendigerweise Strömungen aus. Daher müssen starke Säuren sehr verdünnt angewandt werden, wenn sie durch eine Membran hindurch auf eine andere Flüssigkeit wirken sollen, ohne sie zu zerstören, und bei manchen Gold-, Silber- und Zinnsalzen tritt nach *Fischer's* Angabe **) weder Endosmose noch Exosmose ein, weil sie zersetzt und theilweise reducirt werden durch die thierische Blase.

Für noch andere Flüssigkeiten muß ein anderer Grund sich auffinden lassen, weßhalb sich bei ihnen keine Ströme hervorbringen lassen, während sie sich doch sonst mischen und auch nicht auf die Membran wirken. Gieße ich nämlich ein fettes Oel in einen Glascylinder, der unten mit einer feuchten Membran verschlossen ist, z. B. Mandelöl, und setze den Cylinder in ein Glas mit Olivenöl, so mischen sich beide Flüssigkeiten nicht, sondern bleiben völlig getrennt. Da eine trockene Blase sich mit Mandel-, Oliven-, Leinöl u. s. w. namentlich in der Digestionswärme tränkt, so muß man zuerst daran denken, ob nicht das Wasser in den Poren der feuchten Blase die Einwirkung beider Flüssigkeiten auf einander verhindert. Die nöthigen Versuche waren sehr leicht aufgefunden und ausgeführt. Trockene Membranen wurden nämlich mit Oel und mit concentrirtem Weingeist getränkt und die Wirkungen beobachtet.

Mehre Glascylinder wurden unten mit Membranen, die mit *Leinöl*

*) Poggendorf's Annalen X. Bd. p. 165.

**) Ebendaselbst, XI. Bd. p. 129.

getränkt und sorgfältig abgerieben waren, so daß sie keine Oeltropfen mehr im Wasser abgaben, zugebunden. In zwei wurde schwefelsaures Kupfer gebracht und einer in Wasser, der andere in eine Auflösung von Blutlaugensalz gestellt. Im erstern kam keine Veränderung des Niveaus mehre Tage lang vor, und bei letzterm entstand nach acht Tagen noch kein Niederschlag. Bei einer feuchten Membran würde die Mischung beider Flüssigkeiten in mehren Minuten eingetreten sein. Ein drittes Cylinderglas, mit einer gleichen Membran verschlossen, wurde mit gelöst'em chromsaurem Kali gefüllt und in eine Auflösung von essigsaurem Blei gestellt. Nach wenig Minuten war ein gelber Niederschlag in dem Gefäße mit der Bleilösung entstanden, der sich immer vermehrte. Wenn demnach eine Membran mit Oel getränkt ist, so gehen keine Flüssigkeiten durch sie hindurch, welche sich nicht mit dem Oel mischen, oder sich nicht darin auflösen und damit verbinden.

Mit Weingeist war es nicht anders. Mehre Glascylinder wurden mit Membranen verschlossen, welche in sehr concentrirtem Weingeist getränkt waren, und in einen eine concentrirte Auflösung von Blutlaugensalz gefüllt, worauf er in ein Glas mit concentrirter schwefelsauren Kupferlösung gestellt wurde; ein anderer, mit einer concentrirten Auflösung von schwefelsaurem Kupfer gefüllt, wurde in eine concentrirte Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul gesetzt. In beiden waren nach mehren Tagen noch keine rostfarbenen Niederschläge, die sonst sehr schnell sich bilden. Wurde dagegen in einen so verschlossenen Cylinder Blutlaugensalz in concentrirter Lösung gegeben, und derselbe in eine Auflösung von Eisenchlorid gestellt, so entstand sehr bald der bekannte Niederschlag im innern Cylinder, da nur Eisenchlorid sich etwas in Weingeist lös't und folglich durch die Blase hindurchgehen konnte. Durch Weingeist, mit welchem eine Blase getränkt ist, gehen also auch nur die Flüssigkeiten, welche sich mit Weingeist lösen und verbinden; andere dagegen werden, wenigstens für eine längere Zeit, dadurch getrennt.

Mit Wasser brauchte ich keine Versuche anzustellen; die vorhandenen genügten in jeder Hinsicht, um dasselbe Gesetz für diese Flüssigkeit nachzuweisen. Gase werden sehr leicht im Allgemeinen vom Wasser aufgenommen, und daher gehen sie sehr leicht durch feuchte thierische Theile hindurch, d. h. sie werden von dem Wasser der Blase aufgelös't und verdunsten auf der andern Seite wieder daraus. Die meisten Flüssigkeiten werden vom Wasser aufgenommen, und die meisten Körper lösen sich in Wasser, und aus dem Grunde ist auch die große Anzahl von Flüssigkeiten erklärlich, zwischen denen Endosmose und Exosmose unter den angegebenen Bedingungen vorkommt.

Das Vorausgeschickte läßt folgendes Gesetz für die Endosmose deutlich erkennen. *Zwei verschiedenartige Flüssigkeiten mischen sich durch eine thierische Membran, wenn sie die letztere nicht zersetzen oder von derselben zersetzt werden, und sich mit der Feuchtigkeit, die in den Poren der Membran sich findet, mischen oder verbinden können.*

Weiter mußte bestimmt werden, *wodurch die Ströme durch die Membran hin hervorgerufen werden, und nach welchen Gesetzen dieselben erfolgen.*

Als Ursache der Ströme könnte man einmal *die Schwere* betrachten, vorausgesetzt, daß dieselben nach statischen Gesetzen erfolgten. Allein das ist nicht der Fall; es spricht einmal dagegen, daß homogene Flüssigkeiten nicht durch die Membran hindurchgehen, selbst wenn das Niveau derselben

ſehr verſchieden iſt. Noch weit mehr ſpricht gegen dieſe Anſicht der Umſtand, daß die Ströme aus dem äußern in das innere, und aus dem letztern in das erſtere Gefäß nicht aufhören, wenn beide Flüſſigkeiten gleiches Niveau erreicht haben, oder ſich das Gleichgewicht halten, ſondern dann, wenn beide gleichartig geworden ſind, oder ihre Beſtandtheile wenigſtens ausgetauſcht haben. Ob die Schwere indeſſen ganz gleichgültig iſt, habe ich nicht weiter unterſucht, da die Unterſuchung kein phyſiologiſches Intereſſe haben kann.

Die Urſache kann man weiter in der Anziehung ſuchen, welche heterogene Flüſſigkeiten auf einander ausüben, und dafür ſprechen die Phänomene, ſoweit ſie bekannt ſind, ohne Ausnahme. Dieſes Moment fehlt bei homogenen Flüſſigkeiten, wo auch keine Ströme vorkommen; es hört auf zu wirken, wenn heterogene Flüſſigkeiten homogen geworden ſind, oder die möglichen Zerſetzungen ſtattgefunden haben. Ein Verſuch von Fiſcher beſtätigt hauptſächlich dieſe Meinung *). Er füllte eine Glasröhre, welche unten mit Blaſe verſchloſſen war, mit deſtillirtem Waſſer, ſtellte dieſelbe ſo in eine Kupferauflöſung, daß deren Oberfläche um einen Zoll höher, als das Waſſer in der Röhre ſtand, und um das Einſtrömen ſchnell wahrzunehmen, hatte er einen Eiſendraht in das Waſſer gehenkt. Den gewöhnlichen Geſetzen nach hätte das Waſſer fallen müſſen. Fiſcher ſagt ſelbſt: »Zu meinem Erſtaunen ſtieg das Waſſer in der Röhre höher an und zwar »ſo hoch, daß es nicht nur ins Niveau mit dem äußern kam, ſondern nach »einigen Wochen bis an die obere Mündung der Röhre, mehr als vier Zoll »über der Fläche der äußern Flüſſigkeit ſtand. Zugleich erfolgte die Re»duction des Kupfers durch das Eiſen.« Der Verſuch läßt ſich auch ſo anſtellen, daß man den kürzern Schenkel einer gebogenen Glasröhre mit feuchter Blaſe verſchließt, und nun die ganze Glasröhre mit einer Kupferauflöſung füllt. Es fließt nichts durch die Blaſe aus. Legt man dagegen Eiſenſtückchen auf die Blaſe, ſo fließt die Flüſſigkeit aus und das Kupfer wird reducirt.

Wir müſſen demnach dieſe Anziehung heterogener Flüſſigkeiten als weſentlichſte Bedingung für den Durchgang derſelben durch feuchte Membranen betrachten. Die Art des Durchfließens aber kann von anderen Momenten abhängig ſein. Die Verſchiedenheiten, welche ich hinſichtlich des Durchfließens beobachtete, und die auch zum großen Theile von Anderen beobachtet ſind, möchten folgende ſein.

Einmal kommt es vor, daß nur ein einfacher Strom vorhanden iſt: die Flüſſigkeit im innern Cylinder geht nur zu der im äußern, und die letztere nicht zur erſtern. Dann kommen doppelte Ströme vor, die in den meiſten Fällen ungleich ſind (es geht mehr von der Flüſſigkeit im äußern Cylinder zu der in dem innern, oder umgekehrt), in manchen Fällen aber auch gleich ſein können (es geht eben ſo viel Flüſſigkeit von innen nach außen, als von außen nach innen).

Einen einfachen Strom habe ich in den Fällen conſtant gefunden, wenn zwei Salzlöſungen ſich durch doppelte Wahlverwandtſchaft unter Bildung eines Niederſchlages zerſetzen. Der Niederſchlag findet ſich in dieſen Fällen immer in der Membran und auf der einen oder anderen Seite, nie auf beiden Seiten. Die Seite, wo ſich der Niederſchlag bildet, iſt bei verſchiedenen Löſungen ſehr verſchieden. Wendet man chromſaures Kali und eſſig-

*) Gilbert's Annalen Bd. 72, S. 303.

saures Blei an, so entsteht der Niederschlag immer in der Membran und auf der Seite der Bleilösung, welche Concentration die verschiedenen Lösungen auch haben mögen. Andere Salze verhalten sich anders. Gleich concentrirte Auflösungen von Blutlaugensalz und Eisenchlorid, durch eine Membran getrennt, zersetzen sich so, daß der Niederschlag auf der Seite des Blutlaugensalzes sich bildet; bei Blutlaugensalz und schwefelsaurem Kupferoxyd entsteht der Niederschlag auf Seite des letztern, wenn die Lösungen ganz concentrirt sind. Wiederum erscheint der Niederschlag auf der Seite, wo sich die concentrirteste Lösung befindet, wenn Blutlaugensalz und Eisenchlorid, oder ersteres und schwefelsaures Kupfer von verschiedener Concentration angewandt werden.

Wo doppelte Strömungen vorhanden sind, ist es eine constante Beobachtung, daß in dem Falle, wo man Wasser und eine andere Flüssigkeit, gleichviel welche, anwendet, die stärkere Strömung immer vom Wasser zur andern Flüssigkeit beobachtet wird. Daher steigt immer in dem Gefäße, wo sich der Weingeist, die Salz- oder Zuckerlösung u. s. w. befindet, die Flüssigkeit, nie in dem Gefäße, wo sich das Wasser befindet. Enthalten beide Flüssigkeiten aufgelöste Substanzen, so geht die, welche sich am leichtesten löst, zur weniger löslichen in größerer Quantität, als umgekehrt bei gleicher Concentration in vielen Fällen. Eine Schwefelcyankaliumlösung geht daher schnell und in größerer Quantität durch die Wandung eines Darmstückes, welches eine Eisenchloridlösung enthält, als die letztere zur erstern. Dagegen geht eine gleichconcentrirte Auflösung von schwefelsaurem Kali zu einer concentrirten Lösung von essigsaurem Kali leichter, als die letztere zur erstern, wie Magnus sah. In anderen Fällen geht die weniger concentrirte Lösung zur concentrirtern; eine concentrirte Auflösung von schwefelsaurem Kupfer, mit einer verdünnten Auflösung von chromsaurem Kali durch eine feuchte Membran in Verbindung gesetzt, nimmt von der letztern mehr auf, als sie an dieselbe abgiebt, während bei gleicher Concentration beider Flüssigkeiten beide in gleichem Maaße aufnehmen und abgeben. Man sieht nämlich, wo man eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd in ein Glas gießt, und darein einen mit feuchter Blase verschlossenen Cylinder setzt, der eine concentrirte Auflösung von chromsaurem Kali enthält, die grünlich-blaue Auflösung des Kupfers immer mehr braun-grün werden, während das chromsaure Kali anfangs heller, und später immer mehr grünlich wird, ohne daß Niveauveränderungen vorkommen.

Diese verschiedenen Fälle kann man unmöglich aus der verschiedenen Affinität der Substanzen unter sich erklären; denn das chromsaure Kali hat nicht mehr Affinität zum Blei, als das Blei zum Kali, das Wasser wird nicht stärker von einer Kochsalzlösung angezogen, als diese vom Wasser, und beim Weingeist, der sich in allen Verhältnissen mit Wasser mischt, läßt sich gar nicht von einer stärkern Anziehung sprechen.

Wenn ein einziger Strom entsteht, bei Lösungen, die sich mit Bildung eines Niederschlags zersetzen, so scheint hier der Grund ein mechanischer zu sein. Die Flüssigkeiten kommen in der Membran mit einander in Berührung, und die gebildeten Niederschläge können nicht durch dieselbe hindurchgehen, und müssen daher auf einer Seite bleiben. Es fragt sich dabei aber immer: durch welches Moment wird die Seite des Niederschlags bestimmt, oder wovon hängt es ab, daß die eine Flüssigkeit leichter zur andern geht, als umgekehrt?

Das Einfachste ist, hierbei an die verschiedene Steighöhe verschiedener

Flüssigkeiten in Capillarröhren zu denken, wie es von Poisson und Magnus geschehen ist. Wasser steigt höher als Salzlösungen, diese besser als Weingeist u. s. w. in Capillarröhren und wird daher besser durch dieselben hindurchgehen. In vielen Fällen ist die Erklärung völlig zulässig, vorausgesetzt, daß man annehmen darf, in organischen Capillarröhren verhalte sich die Steighöhe verschiedener Flüssigkeiten anders, als in unorganischen, z. B. gläsernen, wie Poggendorf *) bereits gethan hat. Weingeist geht langsamer durch eine Membran als Wasser, da Weingeist die organische Substanz verändert, wie anatomische Präparate zeigen. Das essigsaure Blei wirkt adstringirend, eben so das schwefelsaure Kupfer, und man kann sich daher nicht wundern, wenn sie durch Membranen weniger gut, als andere Flüssigkeiten hindurchgehen. Essigsaures Kali geht weniger gut hindurch als schwefelsaures Kali, wenngleich die Concentration dieselbe ist; man findet aber auch in vielen thierischen Flüssigkeiten essigsaure Alkalien, und darf diesem Salze daher ebenfalls eine größere Wirkung auf thierische Theile zuschreiben.

Dutrochet macht indessen schon die Bemerkung, daß manche Fälle sich nicht auf diese Weise erklären lassen. In Capillarröhren ist die Steighöhe des Olivenöls größer, als die des Lavendelöls, die des letztern größer als des Weingeistes. Gießt man in einen Cylinder, der mit feuchter Blase verschlossen ist, Olivenöl und stellt ihn in Lavendelöl, so steigt bei einer Temperatur von wenigstens + 15° R. das Olivenöl, und das Lavendelöl fällt. Nimmt man Weingeist und Lavendelöl, so fällt der erstere und das letztere steigt, während nach gewöhnlichen Capillaritätsgesetzen in beiden Fällen das Umgekehrte stattfinden müßte. Beide Fälle weisen indessen auch ziemlich deutlich auf die Erklärung hin. Man hat es nämlich nicht mit leeren, sondern mit Capillarröhren, die mit Wasser gefüllt sind, zu thun. Durch dieses Wasser müssen sich die beiden Flüssigkeiten ausgleichen, und je nachdem sie sich schwieriger oder weniger schwierig mit dem Wasser mischen und verbinden, müssen die Erscheinungen verschieden ausfallen. Das Olivenöl verbindet sich gar nicht mit Wasser, das Lavendelöl nur wenig; in diesem Falle kann nur das letztere durch die Membran hindurchgehen. Lavendelöl löst sich wenig, der Weingeist mischt sich in allen Verhältnissen mit Wasser: es kann daher nur wenig Lavendelöl im Vergleiche zum Weingeist durch dasselbe hindurchströmen. Das Verhältniß der Flüssigkeiten zu der Feuchtigkeit, welche die Blase enthält, ist es hauptsächlich, wodurch in den meisten Fällen die Ströme hinsichtlich ihrer Stärke bestimmt werden. Bei Salzlösungen und Wasser geht immer mehr Wasser durch die feuchte Membran als Salz, nicht weil das Wasser besser steigt als die Salzlösung, sondern weil die Salzlösung Wasser in allen Verhältnissen aufnimmt, die geringe Quantität Wasser in der Membran aber nur eine geringe Menge Salz aufzulösen vermag, also nur eine bestimmte Menge hindurchlassen kann. Eben so ist es mit Auflösungen organischer Körper, wie Zucker, Gummi, Eiweis u. s. w. Bei Lösungen verschiedener Körper, welche die Membran nicht verändern, oder durch dieselbe verändert werden, wird die löslichste in größerer Quantität durch die feuchte Membran gehen, als die unlöslichere, vorausgesetzt, daß sie gleiche Concentration haben; wo die Concentration ungleich ist, wird die dünnere Lösung zur dichtern leichter gehen, als umgekehrt, wie wir es in

*) Annalen X. p. 142. Anmerkung.

vielen Fällen beobachteten. Für jeden einzelnen Fall wird man die Erklärung ſuchen müſſen: das Phänomen iſt ſo complexer Natur, daß die Theorie nichts weiter thun kann, als die Momente zu entwickeln, welche dabei berückſichtigt werden müſſen: ſie muß vor der Hand wenigſtens darauf verzichten, Ueberſichten aufzuſtellen, nach denen man jeden Fall in ſeinen Eigenthümlichkeiten ſchon im voraus beſtimmen könnte.

Was ſich nach dem Vorausgegangenen über Endosmoſe und Exosmoſe im Allgemeinen ſagen läßt, möchte Folgendes ſein.

»Wenn eine feuchte Membran dem Drucke zweier Flüſſigkeiten ausgeſetzt iſt, ſo treten dieſelben durch jene mit einander in Wechſelwirkung, »vorausgeſetzt, daß ſie ſich mit der Feuchtigkeit, welche die Membran enthält, miſchen oder verbinden. Es geht nur eine dieſer Flüſſigkeiten durch »die Membran, wenn nur eine ſich in der Feuchtigkeit derſelben löſ't, oder »wenn mechaniſche Hinderniſſe, wie Niederſchläge vorkommen. Wo Beides »nicht der Fall iſt, giebt es doppelte Strömungen. Die Ströme ſind gleich »oder ungleich hinſichtlich der Stärke, wenn die Affinität der Flüſſigkeiten »zur Subſtanz der Blaſe gleich oder ungleich iſt, oder wenn die Flüſſigkeiten »ſich beide gleich leicht, oder die eine ſchwieriger als die andere mit der »Feuchtigkeit der Blaſe miſchen und verbinden.«

Ehe wir indeſſen das phyſikaliſche Phänomen verlaſſen, möchte es nicht ohne phyſiologiſches Intereſſe ſein, die Erfahrungen über die Schnelligkeit, womit heterogene Flüſſigkeiten durch eine feuchte Membran auf einander einwirken, anzuführen. Im Allgemeinen erfolgt die Einwirkung langſamer, als wenn die Flüſſigkeiten frei mit einander in Berührung ſind. Eine Salzlöſung und Waſſer, Weingeiſt und Waſſer miſchen ſich frei ſehr viel ſchneller, als durch eine Membran hindurch. Es giebt indeſſen Fälle, wo die Miſchung durch eine Membran ſchneller erfolgt, als unter gewöhnlichen Bedingungen. Sehr viskoſe Flüſſigkeiten, wie Gummiauflöſungen, flüſſiges Eiweis, können in einem Glaſe lange mit einander in Berührung bleiben: wofern man ſie nicht umrührt, miſchen ſie ſich nur ſehr ſchwer und nicht vollſtändig. Dieſelben Körper durch eine feuchte Membran mit Waſſer in Verbindung geſetzt, miſchen ſich auffallend ſchnell und vollſtändig. Dutrochet glaubt, daß dieſe Fälle gerade für elektriſche Ströme ſprechen, die bei der Endosmoſe ſich thätig erwieſen: allein die Bedingungen genauer betrachtet, kann noch eine andere Erklärung gegeben werden. Viskoſe Flüſſigkeiten miſchen ſich mit Waſſer unter Umrühren, oder wenn man ſie peitſcht, ſehr leicht, weil man dadurch gewiſſermaßen die Molekule beider Flüſſigkeiten mit einander in Berührung bringt, während ſie in der Ruhe ſich nur mit einer großen Fläche gegenſeitig berühren. Da nun das Waſſer in einer Membran in einer außerordentlich großen Anzahl kleiner Poren vertheilt gedacht werden muß, ſo miſchen ſich die angegebenen viskoſen Flüſſigkeiten durch eine Membran offenbar deßhalb ſo leicht mit dem Waſſer, weil die Berührungsflächen ſo vermehrt ſind, daß eine Molekular-Berührung, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, wie beim Peitſchen und Umrühren ſtattfindet.

Sehr ſchnell ſind ferner die Phänomene der Endosmoſe beendigt, wenn Zerſetzungen durch doppelte Wahlverwandtſchaft vorkommen. So kann eine concentrirte Auflöſung von Eiſenchlorid in einem mit feuchter Blaſe verſchloſſenen Cylinder Tage lang in einem Gefäße mit Waſſer ſtehen, ehe beide Flüſſigkeiten homogen werden. Dagegen in einer Auflöſung von Schwefelcyankalium dauert es kaum einige Stunden, bis die Niveauveränderungen

Digitized by Google

beendigt sind und in beiden Gefäßen eine gleiche dunkelbraunrothe Flüssigkeit sich findet.

Was die übrigen Fälle anlangt, so wird das Wasser immer am schnellsten durch die Membran hindurchgelassen, und alle anderen Flüssigkeiten gehen, wenn sie nicht eine besondere Wirkung auf die Substanz der Membran ausüben, um so schneller durch die letztere, je flüssiger und flüchtiger sie sind. Aether schneller als Weingeist, dieser schneller als Salzlösungen, und die letzteren schneller als die viskösen Gummi- und Eiweislösungen.

Die Dicke der Membran hat natürlich auf die Schnelligkeit Einfluß. Wie schnell durch eine sehr dünne Membran eine Flüssigkeit hindurchgeht, zeigt ein sehr schöner Versuch von J. Müller. Man kann die Harnblase eines Frosches, ein sehr dünnes Häutchen, über ein kleines Gläschen mit engem Halse, das man mit einer Auflösung von Blutlaugensalz nur zum Theil füllt, anspannen. Läßt man nun auf das Häutchen einen Tropfen einer Eisenchloridauflösung fallen und dreht es in dem Momente um, so daß die Auflösung von Blutlaugensalz mit der innern Fläche in Berührung kommt, so erfolgt die Bildung des bekannten Niederschlages augenblicklich. Füllt man dagegen die geöffnete Brusthöhle eines Kaninchens mit einer Eisenchloridlösung, und die Bauchhöhle mit einer Auflösung von Blutlaugensalz, so mischen sich die Flüssigkeiten durch das dicke Zwergfell hindurch nur sehr langsam.

Bei Erwähnung des letzten Versuches mag noch eine hierher gehörige Beobachtung von Fodera Platz finden. In dem angegebenen Falle soll die Mischung augenblicklich zu bewerkstelligen sein, wenn man einen leichten galvanischen Strom durch das Zwergfell leitete. Es erschiene in diesem Falle die Electricität als ein Beschleunigungsmittel. Ein anderer Fall könnte indessen für die practische Anwendung, bei der Entfernung von Exsudaten aus dem Körper zum Beispiel, viel wichtiger werden. Nämlich Wollaston und Porret schnitten eine offene Glasschaale in zwei senkrechte Hälften, spannten dann über die Schnittränder dünne Thierblasen, so daß beide Hälften zusammengefügt wieder eine ganze Schaale mit einen Zwischenrand von Thierblase darstellten; sie kitteten darauf die Ränder mit Siegellack an einander, füllten dann die eine der Zellen mit Wasser, während sie in die andere Hälfte nur einige Tropfen brachten, und tauchten nun in die letztere den — EDrath einer galvanischen Batterie, deren + EDrath in das Wasser der vollen Hälfte reichte; es wurde dann der Wasserstoff des zerlegten Wassers vom + Pol zum — Pol, und der Sauerstoff vom — Pol zum + Pol durch die Blase hindurchgeleitet, auch das Wasser aus der vollen Hälfte des + Pols in die fast leere Hälfte des — Pols, so daß es zuletzt in der letztern höher stand als in der erstern. In diesem Falle wäre das Phänomen nicht bloß beschleunigt durch Electricität, sondern unter Bedingungen hervorgerufen, unter welchen es sonst nicht stattgefunden hätte. In gleicher Zeit spräche auch dieser Fall noch gegen die electrische Theorie von Dutrochet.

In dem thierischen Organismus scheint die Endosmose und Exosmose eine große Rolle zu spielen, und um so mehr müssen die Gesetze derselben erforscht werden. Um die Wichtigkeit derselben auch für andere Vorgänge des thierischen Lebens zu zeigen, mag nur die Secretion hier erwähnt werden. Wir wissen, daß die Form der Drüsen und die Anordnung der Drüsenkanälchen für die specifische Absonderung gleichgültig ist; in röhrigen Drüsen und in Drüsen mit verzweigter Grundlage wird z. B. Speichel abgesondert. Kann indessen nach dem Vorausgegangenen die Substanz der Drüsenkanäle

mit ihrem Gehalte an eigenthümlichen thieriſchen Beſtandtheilen und Feuchtigkeit ebenfalls als gleichgültig angeſehen werden? Oder müſſen nicht vielmehr die Blutſtoffe, welche in Drüſenkanäle übergehen, verſchieden ſein nach der Verſchiedenheit jener Subſtanz, alſo andere auf den Schleimhäuten, andere in der Leber, den Speicheldrüſen und andere in den Nieren? Da ferner die Flüſſigkeiten um ſo leichter durch eine Membran gehen, je mehr ſie verdünnt, und um ſo ſchwieriger, je visköſer ſie ſind, ſo kann in einer Drüſe, welche das Blut ſehr ſchnell durchkreiſ't, nur ein Secret vorkommen, welches ſehr viel Waſſer und leicht lösliche Beſtandtheile enthält, alſo ſehr flüſſig iſt, während in einer Drüſe, in welcher das Blut langſam fließt, ein visköſeres Secret gebildet werden muß. Die Nierenarterien ſind kurz, veräſteln ſich außerordentlich raſch, und das Blut muß in dieſen Gebilden ſehr ſchnell kreiſen, da Verletzungen derſelben in kurzer Zeit ſehr viel Blut liefern, und das Secretionsproduct der Nieren iſt daher ſehr flüſſig. Beim Hoden, der ein ſehr visköſes Secret liefert, verhalten ſich die Blutgefäße ganz anders: ſie verlaufen ſehr lange, ehe ſie in das Organ kommen, machen viele Windungen und bilden an dem Gebilde ſelbſt vielfache Anaſtomoſen, wodurch der Blutlauf ſehr verlangſamt werden muß. Ohne weiter auf dieſen Gegenſtand hier einzugehen, kehren wir zur Reſorption zurück.

b. Die Imbibition als Urſache der Reſorption.

Die Imbibition als Urſache der Auffaugung zu betrachten, heißt wohl nichts weiter, als nachzuweiſen, daß die Erſcheinungen und Geſetze der Reſorption analog den Erſcheinungen und Geſetzen der Imbibition ſind. Vor allen Dingen entſteht die Frage: **was kann in die Lymph- und Blutgefäße gelangen, wenn es nach den Geſetzen der Imbibition aufgenommen wird?**

Ohne einen großen Irrthum zu begehen, kann man die Lymph- und Blutgefäße als feuchte membranöſe Röhren betrachten, und in dieſem Falle würde nichts aufgenommen werden, was nicht in Waſſer löslich oder gelöſ't wäre, oder mindeſtens im Organismus in einen löslichen Körper verwandelt werden könnte. Wie ſehr dieſes mit der früher geſchilderten Erfahrung ſtimmt, braucht nur angedeutet zu werden. Ein einziges Factum ſcheint dagegen zu ſprechen, nämlich die Aufnahme fetter Oele. Es unterliegt keinem Zweifel, daß ſie aufgenommen werden, nur fragt es ſich, ob als Oele oder in einer andern Form. Für die letztere Anſicht ſpricht der Umſtand, daß Oele und Fette ſehr lange im Darmkanale verweilen, oft unverändert aus dem Magen in den Darmkanal kommen und, in größerer Menge genoſſen, in die Excremente übergehen und deren Excretion beſchleunigen. Wir unterbrechen ferner durch die Anwendung fetter Körper die Reſorption. Kann man eine Wunde mit einfachen Linimenten und Salben in einer andern Abſicht bedecken, als um die Einwirkung der Luft und anderer Flüſſigkeiten abzuhalten, und finden wir nicht überall, wo im Organismus ein Gebilde vor der Imbibition von Flüſſigkeiten geſchützt werden ſoll, ölige Abſonderungen? Wir wollen es nicht in Anſchlag bringen, daß Anatomen ſich vor der Einwirkung krankhafter Secretionsproducte bei Sectionen zu ſchützen glauben durch Einölen der Hände, und daß Trinker von Profeſſion behaupten, durch den Genuß einiger Löffel Oel vor der Aufnahme größerer Quantitäten ſpirituöſer Flüſſigkeiten die Wirkungen derſelben weit hinaus zu ſchieben, alſo die Reſorption eine Zeitlang zu verhindern. Alles weiſ't uns darauf hin, daß Fette und fette Oele nicht als ſolche, ſondern in anderen

Verbindungen, ſei es in emulſivem oder verſeiftem Zuſtande, aufgenommen werden, was weiteren Unterſuchungen anheimgeſtellt werden kann.

Eben ſo leicht löſen ſich nach den Imbibitionsgeſetzen die Eigenthümlichkeiten der Reſorption der Blutgefäße. Daß ſich ihre Wandungen mit Flüſſigkeiten tränken, iſt keine Frage. In die Wandungen derſelben können aufgelöſ'te Blutſtoffe gelangen, ausfließen aber nur die, welche die umgebenden Theile aufnehmen, und von fremden Subſtanzen wird die Wandung derſelben ebenfalls Alles, was in gelöſ'ter Form mit ihr in Berührung kommt, aufnehmen, ſie kann aber nach innen nur das abgeben, was ſich mit dem Blute miſcht oder verbindet, oder richtiger, was vom Blute angezogen wird. Das Blut, als eine ſehr zuſammengeſetzte Flüſſigkeit, wird eine Anziehung gegen eine große Menge anderer Flüſſigkeiten ausüben, die ſich jetzt freilich nicht anders als durch Erfahrung alle beſtimmen laſſen; aber einige Flüſſigkeiten, die mit den Gefäßen in Berührung kommen, oder in ſteter Berührung ſind, ohne vom Blute angezogen und aufgenommen zu werden, laſſen ſich ſehr leicht beſtimmen, es ſind nämlich Chylus und Lymphe. Beide haben gleiche Concentration und Zuſammenſetzung mit dem liquor sanguinis, dem flüſſigen Theile des Blutes, und zwiſchen homogenen Flüſſigkeiten findet keine Endosmoſe und Exosmoſe Statt.

In den Blutgefäßen muß die Reſorption ſehr ſchnell erfolgen. Die Lage organiſcher Subſtanz, welche die Capillargefäßnetze deckt, iſt ſo dünn an den meiſten Stellen, daß ſie kaum in Rechnung kommt; von Gaſen und ſehr flüſſigen Subſtanzen wird ſie augenblicklich durchdrungen. Man ſieht dieſes ſehr auffallend in den Reſpirationswegen. Wenn ich Kaninchen in eine Jugularvene ſehr langſam Alkarſin ſpritzte, ſo zeigte ſich faſt im Momente der Injection in der ausgeathmeten Luft der unangenehme eigenthümliche arſenikaliſche Geruch. Es war demnach das Alkarſin außerordentlich ſchnell durch den Sauerſtoff der Atmoſphäre oxydirt und aus dem Blute ausgeſchieden. Die Schnelligkeit in der Aufnahme fremder Subſtanzen muß ferner dadurch beträchtlich vermehrt werden, daß ſehr häufig chemiſche Affinitäten mitwirken, wie in dem eben angeführten Falle und bei vielen Salzen und mineraliſchen Körpern. Und wie viel muß zur ſchnellen Aufnahme von Flüſſigkeiten die beſtändige Bewegung des Blutes beitragen, da an die Stelle einer geſättigten Blutwelle ununterbrochen eine neue tritt, während zu gleicher Zeit das Aufgenommene den verſchiedenen Secretionswerkzeugen zugeführt und von denſelben ausgeſchieden werden kann? Die Wirkung eines beſtändigen Stromes, durch welchen zugleich das Aufgenommene entfernt wird, läßt ſich durch Verſuche anſchaulich machen. Man nehme ein Darmſtück eines Kaninchens von ungefähr einem Fuß Länge, und laſſe ſo lange Waſſer hindurchgehen, bis das Waſſer klar abfließt. Legt man es dann in eine Schaale, ſo daß das eine Ende über den Rand herabhängt, während man an das andere Ende einen Trichter befeſtigt, und läßt durch daſſelbe einen Strom von einer Auflöſung von Eiſenchlorid hindurchgehen, während man in die Schaale eine Auflöſung von Schwefelcyankalium giebt, ſo wird die Flüſſigkeit aus dem Darme ſehr bald gefärbt ablaufen, und die umgebende Flüſſigkeit ſich bei einem langſamern Strome erſt ſpät, und bei einem ſehr ſchnellen Strome faſt gar nicht färben. Es kann alſo, da bei einem beſtändigen Strome die Flüſſigkeit wenig abgiebt und ſehr viel aufnimmt *), eine große Menge von Flüſſigkeiten, z. B. aus dem Darmkanale,

*) Das Umgekehrte kann eben ſo gut eintreten, daß viel abgegeben und wenig auf-

in sehr kurzer Zeit entfernt werden. Nimmt man nämlich an, daß die innere Fläche des Magens und Dünndarmes zusammen genommen so groß wie die Hautoberfläche, also 12 □′ sei, so können mehre Pfund Wasser in einer sehr dünnen Lage darüber sich ausbreiten. Der Kreislauf ist ungefähr in zwei Minuten vollendet, und man kann daher weiter annehmen, daß binnen drei Minuten etwa fünf Pfund Blut durch das Capillargefäßsystem des Darmes hindurchgegangen sind. Nehmen diese nur den zwanzigsten Theil ihres Gewichtes Wasser auf, so gelangen von drei Minuten zu drei Minuten immer vier Unzen in den Kreislauf, und binnen einer Stunde also fünf Pfund, binnen vierundzwanzig Stunden können 120 Pfund Wasser aufgenommen werden. Es wird kaum ein Beispiel von Polydipsie geben, wo eine ähnliche Menge Flüssigkeit aufgenommen wäre. Tiedemann führt *) einen Fall aus einem englischen Journale an, der einen Menschen von 22 Jahren betrifft. Derselbe trank täglich 6 Gallonen oder 24 Maaß Wasser, ohne sich übel zu befinden, und hatte einen Onkel, der eine ähnliche Quantität bedurfte. Nach der angeführten Berechnung, die mit den geringsten Zahlen angestellt ist, könnten demnach noch 24 Pfund täglich mehr aufgenommen werden.

Aus der Schnelligkeit, womit sich fremde Substanzen im Blute verbreiten, darf man indessen keinen Schluß auf die Schnelligkeit des Kreislaufes machen, wie es wohl hin und wieder geschieht. Die Schnelligkeit, womit sich eine Flüssigkeit in eine andere, die bewegt wird, diffundirt, kann möglicherweise sehr viel größer sein, als die Schnelligkeit, womit die letztere strömt.

Je auffallender die Gesetze der Endosmose die Phänomene der Resorption in den Blutgefäßen erläutern, desto schwieriger scheint eine Erklärung der Auffaugung in den Lymphgefäßen. Haben diese besondere organische Eigenschaften, wodurch sie nur dem Chylus und der Lymphe den Durchgang gestatten? Es könnte dieses nur eine Eigenthümlichkeit der feinsten Lymphgefäße sein; denn die größeren, der ductus thoracicus z. B., verhalten sich wie die Blutgefäße: Flüssigkeiten, mit welchen man sie in Berührung bringt, dringen durch sie hindurch. Da die Lymphgefäßwurzeln als geschlossene Netze oder als Zellen gedacht werden müssen, werden die besonderen Eigenschaften noch problematischer. Es wurde früher erwähnt, daß unter Umständen die Lymphgefäße auch fremde Substanzen geführt haben, und diese Fälle geben über die Annahme der organischen Eigenschaften einigen Aufschluß. Sie nehmen fremde Substanzen auf, nicht etwa bloß in Krankheiten, wie Galle und extravasirte Stoffe, sondern dann, wenn die Blutgefäße entweder wegen Unterbrechung des Kreislaufes, oder wegen der großen Quantität aufzunehmender Flüssigkeiten dieselben gar nicht oder nicht vollständig fortführen können. Hier erscheint nun offenbar die Aufnahme der bezeichneten Substanzen nicht durch krankhafte Veränderung der Lymphgefäße oder ihrer Eigenschaften, sondern durch

genommen wird, nur wird es in seltenen Fällen vorkommen, da die meisten Flüssigkeiten schon in einer Verdünnung aufgenommen werden, in welcher sie in die Blutgefäße übergehen müssen. Werden sie in concentrirter Form aufgenommen, so erhalten sie sehr bald durch Exosmose den Grad der Verdünnung, daß sie aufgesaugt werden können, und dieses wird um so leichter der Fall sein, da sie im Darme immer weiter bewegt werden, also mit anderen Stellen und mit frischem Blute in Berührung kommen.

*) Physiologie III. p. 71.

Digitized by Google

äußere Momente bedingt. Und das Phänomen ist so, daß es keine weitere Annahme gestattet, sondern unbedingt darauf hinweis't, daß Chylus und Lymphe nur deßhalb unter normalen Verhältnissen in die Lymphgefäße gelangen, weil alles Andere ins Blut übergeht.

Streng genommen bedarf der Satz keines Beweises mehr, sobald das richtig ist, was über die Resorption der Blutgefäße gesagt wurde. Bei der trägen Bewegung des Contentums der Lymphgefäße könnte nur sehr wenig in dieselben übergehen, weil auf der andern Seite nur wenig abgegeben wird. Die Aufnahme der Blutgefäße erfolgt dagegen so rasch, daß die Quantität Flüssigkeit, welche wir unter normalen Verhältnissen aufnehmen, die gewöhnlichen Mengen von Arzneistoffen und Salzen, überhaupt fremder, nicht assimilirbarer Materie, welche wir verbrauchen, längst von den Blutgefäßen weggeführt sind, ehe sie in die Lymphgefäße gelangen und darin weiter bewegt werden könnten. Die Schnelligkeit, womit die Blutgefäße resorbiren, und nicht ein organisches Vermögen, wäre demnach der Grund der specifischen Resorption der Lymphgefäße. Die letzteren haben keine besondere Sensibilität oder eigenthümliche Erregbarkeit, oder wie die Alten deutlicher sagten, keinen besondern Appetit oder Geschmack, wodurch sie sich aus der Masse flüssiger Substanzen nur das auslesen, was dem Organismus dienlich ist, sondern sie nehmen und können nur das aufnehmen, was bei der schnellen und eigenthümlichen Resorption der Blutgefäße nach den Gesetzen der Endosmose in und auf der Schleimhaut des Darmes und dem Parenchym der Organe überhaupt wie auf einem Filter zurückbleibt. Wie wenig es sich aber hier lediglich und allein um die Feststellung eines interessanten physiologischen Factums ohne praktischen Werth handelt, zeigt ein Blick auf die Anwendung mancher Curmethoden. Man spricht so häufig von Mitteln, welche auf das Lymphgefäß einwirken, in der materia medica, und wenn es gilt, Exsudate zu entfernen, ist es sehr schwierig, ein einziges zu finden, oder aus einer Menge Miteln ein passendes zu wählen. In einem Falle hilft die Lancette, in einem andern schlägt die Hungercur an, da sind große Gaben Queckſilber wirksam gewesen, dort haben kleine Gaben Jod vortreffliche Dienste geleistet, nicht zu gedenken der ganzen Legion abführender, diuretischer und diaphoretischer Panaceen, die abwechselnd mit stärkenden und erregenden Arzneien, mit und ohne Erfolg probirt wurden. Kann man von einem einzigen dieser Mittel behaupten, daß es auf das Lymphgefäßsystem wirke, und wenn man es kann, wie wirken sie direct oder indirect, werden sie von den Lymphgefäßen aufgenommen, oder wirken sie durch die Blutgefäße auf die Lymphresorption? Ahnden und träumen läßt sich die Lösung dieser Fragen nicht, und Erfahrungen darüber kann man nur dann machen, wenn man eine feste Thatsache hat, auf welche man die Beobachtung beziehen kann. So lange nicht feststeht, ob durch die Eigenthümlichkeit der Blutgefäßresorption, oder durch besondere Kräfte der Lymphgefäßwurzeln die specifische Resorption der letzteren erklärt werden muß, herrscht ein chaotisches Dunkel über die Wirkung der Resolventien nicht bloß im Ausdruck, sondern in der Sache.

Die Hauptschwierigkeit bei der Erklärung der Resorption der Lymphgefäße liegt indessen keineswegs in dem angegebenen Punkte, sondern in der Angabe, wie die genannten Flüssigkeiten in die Lymphgefäße übergehen. Die Lymphgefäße, die in dem Parenchym liegen, können sich vermöge der Imbibition mit Lymphe und Chylus füllen, und Lymphe und Chylus können vermöge der Capillarität der Lymphgefäße bis zu einem

gewissen Punkte in denselben steigen, vorausgesetzt, daß sie leer wären; wie ein Badeschwamm, den man nur mit seiner Spitze ins Wasser hält, sich nach einiger Zeit überall damit anfüllt. Die Anziehung der Haarröhrchen wirkt indessen nicht als vis a tergo, und aus dem Badeschwamm fließt die Flüssigkeit nicht aus, wenn sie ihm nicht auf eine andere Weise entzogen wird. Soll die Resorption der Lymphgefäße erklärt werden aus den Erscheinungen der Imbibition, so muß nachgewiesen werden, daß sie abwechselnd voll und leer sind, und es muß das Mittel sich angeben lassen, wodurch eine Flüssigkeit, die in sie hereindringt, gegen die Stämme entfernt wird. Aus der Endosmose und Exosmose läßt sich hier nichts erklären. Eine Flüssigkeit, mit welcher die Lymphgefäße gefüllt gedacht würden, könnte hinsichtlich ihrer chemischen Bestandtheile nur so beschaffen sein, wie Chylus oder Lymphe, und würde daher gegen dieselbe Flüssigkeit außerhalb der Gefäße keine Anziehung geltend machen können.

Betrachten wir alle Gebilde, in denen sich Lymphgefäße vorfinden, so stehen dieselben abwechselnd bald unter einem größern, bald unter einem geringern Drucke und nehmen daher bald ein größeres, bald ein geringeres Volumen ein. Bei jedem Pulsschlage, und noch mehr bei jeder Exspiration steht das Gehirn unter einem größern Drucke, als bei der Exspiration und der Diastole des Herzens, und wo es die knöcherne Hülle nicht mehr schützt, sehen wir auffallende Bewegungen desselben. Einem rythmisch wechselnden Drucke sind die Organe der Brust- und Bauchhöhle ausgesetzt, und beim Herzen und dem Darmkanale kommt noch die wechselnde Contraction der eigenen Muskeln hinzu. Die Darmmuskeln müssen bei ihrer Contraction eben so gut auf die Schleimhaut drückend einwirken, als auf das Peritonäum des Darmes, da der Darm dabei enger wird, und die Schleimhaut zudem gegen die Contenta gepreßt erscheint. Alle Weichtheile, die sich an das Skelett anlagern, sind ebenfalls bald dichter, bald weniger dicht, indem sie sich entweder selbst zusammenziehen, oder durch benachbarte, darunter oder darüber liegende Muskelgruppen bald darauf einwirken, bald sie wieder erschlaffen lassen. Selbst die äußere Haut erleidet ununterbrochen hinsichtlich ihres Volumens Veränderungen, ist ununterbrochen dichter und weniger dicht, da sie durch Lagen, Stellungen, Muskelbewegungen, Temperaturveränderungen u. s. w. bald an dieser, bald an einer andern Stelle zusammengezogen, oder erschlafft wird.

Nur in den Knochen sind bis jetzt keine Lymphgefäße gefunden, und die Volumveränderungen, wofern sie wesentlich für die Resorption der Lymphgefäße sind, würde auch in diesen Gebilden nur unbedeutend und unwirksam sein. Bei den Volumveränderungen nämlich, welche die Weichtheile erleiden, müssen die Lymphgefäße bald gepreßt werden, bald durch eine eindringende Flüssigkeit wieder ausgedehnt erscheinen, da dem Drucke der Organe nicht der Gegendruck des Herzens, wie bei den Capillargefäßen das Gleichgewicht halten kann. So wird denn die Lymphe und der Chylus, bei der Verdichtung der Organe aus irgend einer Ursache, gegen die Stämme getrieben und wenn die comprimirende Wirkung nachläßt, kann wieder Chylus und Lymphe nachdringen in die Wurzeln der Gefäße. Der Wechsel zwischen Expansion und Contraction braucht nicht bedeutend zu sein, und die Resorption der Lymphgefäße, wie die räthselhafte Bewegung ihres Contentums wird erklärlich.

Was noch für die Ansicht spricht, sind Erfahrungen, die man leicht machen kann, und unmittelbare Beobachtungen der Lymphgefäße selbst.

Jeder weiß, daß, wenn man in einem Zimmer schläft, welches eine bedeutende Temperatur hat, die Haut roth und gespannt wird, und einzelne Stellen, wie die Augenlider, die Spitzen der Finger, die Nase und die Ohrläppchen scheinen wie ödematös. Mag man immerhin einen Theil dieser Erscheinung auf vermehrte Expansion des Blutes und Ausdehnung der Capillargefäße schreiben, so kann man die bedeutende Anschwellung des Augenlides doch nicht anders als durch Vermehrung der Flüssigkeiten im Zellgewebe erklären, und diese rührt offenbar von der möglichsten Ruhe der Muskeln und noch mehr der erhöhten Temperatur her. Es schwindet die Anschwellung der Augenlider nämlich leicht, wenn sie längere Zeit geöffnet sind, aber noch schneller, wenn man sich kurze Zeit nur der Kälte exponirt, zugleich mit allen übrigen Erscheinungen. Etwas Aehnliches beobachtet man beim Gehen; die Füße schwellen nicht während des Gehens selbst an, trotzdem sie heiß werden, aber in der Ruhe, und diese Anschwellung schwindet wieder während des Gehens. In allen diesen Fällen tritt die Anschwellung deßhalb ein, das Volum der Theile vermehrt sich, weil bei der Expansion der betreffenden Gebilde die Lymphgefäße die interstitielle Flüssigkeit nicht in die Stämme ergießen können; und die Anschwellung schwindet, sobald die Theile comprimirt werden, sehr schnell, weil dann die Flüssigkeit aus den feineren Lymphgefäßen in die Stämme gepreßt wird, und diese sich aufs neue füllen können.

Die unmittelbare Beobachtung der Lymphgefäße hat eigene Resultate gegeben. Es hat gewiß nie Jemand behauptet, nachdem man weiß, daß die unbewegliche Körnerschicht unzweideutig in den Blutgefäßen sich findet, bei Beobachtungen des Kreislaufes in durchsichtigen Theilen Lymphgefäße und Bewegung der Lymphe gesehen zu haben. Allein die Beobachtung des Kreislaufes ist auch nur so lange möglich, als die Theile sich nicht bewegen, und in unbeweglichen Theilen kann die Lymphe nicht strömen, und demnach können die Gefäße sich nicht hervorheben. Mag man diese Erklärung gelten lassen oder nicht, so steht wenigstens so viel fest, daß sehr kleine Lymphgefäße am Darme während der Chylification immer abwechselnd voll und leer werden; man sieht sie oft wie kleine weiße Stränge an einem Darmstück, und bei der nächsten Contraction desselben sind sie verschwunden, ja sie füllen sich in manchen Fällen noch mehrmals und werden wieder leer. Man findet aber selbst größere Lymphgefäße, namentlich die Hals- und Schenkelgefäße bei Thieren öfters leer, wie auch Magendie angiebt *). Und sind es größere Gefäße, so müssen auch die kleineren und kleinsten abwechselnd voll und leer werden können.

Merkwürdig bleibt es, daß wirklich in den Theilen allein, wo die Volumveränderungen nicht bedeutend genug sind, um gefüllte Gefäße zusammenzudrücken und zu entleeren, auch keine Lymphgefäße gefunden werden, während die muthmaßlichen Bestandtheile des Colliquamentes der Knochen, die hier gemeint sind, der Leim und die phosphorsaure Kalkerde, nicht als solche im Blute enthalten sind, und von den Capillargefäßen also unmittelbar aufgenommen werden können. Ob es indessen für die vorgetragene Ansicht spricht oder nicht, bleibe dahingestellt.

Schließlich möge in resümirter Darstellung das Resultat der eben mitgetheilten Untersuchungen Platz finden. In die Lymph- und Blutgefäße gelangen überhaupt nur Flüssigkeiten, die sich mit dem Wasser verbinden und mischen, und das Wasser selbst. Die Blutgefäße nehmen die Flüssigkeiten

*) Heusinger's Uebersetzung, II. p. 193.

auf, gegen welche das Blut eine Anziehung äußern kann, und Chylus und Lymphe werden als dem liquor sanguinis homogene Flüssigkeiten nicht aufgenommen. Da die Resorption der Blutgefäße vermöge des beständigen Stromes sehr rasch erfolgt, so bleibt für die Aufnahme in die Lymphgefäße nur Chylus und Lymphe zurück. Beide Flüssigkeiten tränken die organische Substanz und müssen sich daher in den Lymphgefäßen derselben, wenn sie leer sind, verbreiten. Bei den Volumveränderungen der organischen Substanz werden sie im Verdichtungsmomente gegen die Stämme entleert, und können dann aufs neue sich wieder füllen. Durch diesen wechselnden Druck, der mit den Volumveränderungen der weichen Gebilde, in denen die Lymphgefäße wurzeln, gegeben ist, wird die Lymphe gleichsam weiter gepumpt, und wenn die Lymphe im ductus thoracicus trotz dieser periodischen Impulse nicht stoßweise strömt, so hat dieses denselben Grund, den der ununterbrochene Strom in den Arterien hat, nämlich die Wandung der Lymphgefäße ist contractil, und sobald die vis a tergo wirkt, wird sie ausgedehnt, und zieht sich wieder zusammen, sobald jene zu wirken aufhört, unterhält mithin die Bewegung der in ihrer Höhle befindlichen Flüssigkeit.

V. Modificationen der Auffaugung.

Die Auffaugung erfolgt überall im ganzen Organismus, an allen Stellen, wo Gefäße sich finden; es zeigt sich aber ein Unterschied hinsichtlich der Schnelligkeit, womit sie von verschiedenen Stellen aus erfolgt, und nicht eben selten hat die Stelle, wo ein Körper aufgenommen wird, einen bedeutenden Einfluß auf die Wirkung.

Ob ein Körper schnell an einer Stelle aufgenommen werden kann, richtet sich nach dem Gefäßreichthume und nach der Größe der Fläche, über die er sich verbreitet, ferner nach der Dicke der organischen Substanz, welche bis zu den Gefäßen durchdrungen werden muß. Man beurtheilt die schnellere oder weniger schnelle Resorption indessen nur aus den Wirkungen, welche die Substanzen äußern, oder aus der Schnelligkeit, womit sie in den Secretionswerkzeugen wieder erscheinen, und muß daher die Angaben je nach der Abtheilung des Kreislaufes, wo die Aufnahme geschieht und die Wirkung sich zeigt, beträchtlich modificiren. So wird z. B. ein narkotisches Mittel, in die Lungen gebracht, von hier aus am schnellsten wirken, weil es unmittelbar in das Arterienblut gelangt, und von einer Vesicatorwunde aus zeigt sich die Wirkung desselben schneller als vom Darmkanale aus, weil es in dem ersten Falle nur durch zwei, in dem letzten Falle durch drei Capillargefäßsysteme hindurchgehen muß, ehe es wirken kann. Bei den Secretionen muß man besonders diesen Punkt im Auge behalten. Wollte man z. B. die Schnelligkeit der Resorption im Dickdarme gegen die in dem übrigen Darmkanale bestimmen, so darf man nur mit gleichen Substanzen Versuche machen, und nur die Zeit beachten, nach welcher sie in *demselben* Secretionswerkzeuge sich wiederfinden. Nimmt man z. B. eine flüchtige Substanz zur Injection in den Dickdarm, so kann dieselbe in den Lungen ausgeschieden werden, und es muß verhältnißmäßig sehr schnell geschehen, denn der Weg von den Darmgefäßen zu den Lungen ist kurz. Dieselbe Substanz wird vom Magen aus aber eben so schnell in der ausgeathmeten Luft erscheinen. Bringt man dagegen eine andere Substanz, z. B. ein sehr leicht lösliches Salz in den Magen, so wird dieses vielleicht durch den Urin ausgeschieden, aber erst nach längerer Zeit, und das Urtheil über die Schnelligkeit der Resorption würde natürlich ein falsches sein. Hier ist z. B. der Weg von

der Aufnahmeſtelle zum Secretionswerkzeuge um die Hälfte länger, die Abſcheidung bedarf längerer Zeit u. ſ. w. Ueberhaupt darf man, wenn man ein Urtheil über die verſchiedene Schnelligkeit, womit Subſtanzen von den verſchiedenen Organen des Körpers in das Blut gelangen, ſich bilden will, nicht Subſtanzen wählen, welche in den Harnwegen ausgeſchieden werden, ſelbſt wenn man Gelegenheit hat, an Individuen mit vesica inversa Verſuche anzuſtellen. Es läßt ſich auch in dieſem Falle nie ſicher beſtimmen, wie viel Zeit von der Abſcheidung bis zur Ausſcheidung verfließt, und wahrſcheinlich iſt dieſes bei verſchiedenen Subſtanzen noch verſchieden, je nachdem ſie reizender oder weniger reizend wirken. Man muß entweder flüchtige Subſtanzen, welche durch die Lungen ausgeſchieden werden, wählen, oder narkotiſche Mittel, die ihre Wirkungen in den Centralorganen des Nervenſyſtemes vollbringen.

Auf Membranen geſchieht im Allgemeinen die Auffaugung leichter, als im Parenchym, indeſſen nur unter der Vorausſetzung, daß ein Stoff ſich leicht darauf verbreitet. Daher kommt es, daß ſehr diffuſibele Körper ſehr ſchnell ihre Wirkung entfalten, und oft viel ſchneller aufgenommen zu ſein ſcheinen, als Waſſer, obgleich das letztere beſſer durch die thieriſchen Häute hindurchgeht als irgend eine andere Flüſſigkeit. Blauſäure und Aether können, indem ſie ſich verflüchtigen bei der Temperatur des Körpers, ſchnell über eine große Fläche verbreitet ſein, und müſſen in Folge deſſen mit einer größern Quantität Blutes in Berührung kommen und daher in größerer Menge aufgenommen werden, als Waſſer und weniger diffuſibele Flüſſigkeiten.

Wie ſehr es bei der Schnelligkeit der Wirkung auf eine größere oder geringere Quantität Blutes ankommt, womit ein narkotiſches Mittel in Berührung iſt, läßt ſich ſehr leicht nachweiſen. Man nehme eine Auflöſung von Strychnin und träufle dieſelbe auf die bloßgelegte vena jugularis eines Kaninchens. Die Vergiftung wird ſehr ſchnell eintreten. Nimmt man dagegen eine kleinere Hautvene am Schenkel, legt ſie eben ſo weit bloß, bringt ſie mit derſelben Quantität Strychnin in Berührung, ſo tritt zwar Vergiftung ein, aber viel ſpäter, und die Krämpfe ſind bei weitem nicht ſo heftig, und der Tod tritt oft erſt nach Stunden ein. Bei dieſen Verſuchen muß man die Vorſicht brauchen, ein Stück Kartenblatt unter die Vene zu ſchieben, damit das Gift nicht mit den benachbarten Theilen in Verbindung komme.

Vergleichen wir nun die einzelnen Stellen der Organiſation hinſichtlich der Schnelligkeit, womit die Einſaugung in ihnen erfolgt, ſo haben wir vor Allem die Schleimhäute, als die Theile, welche für die Aufnahme der Subſtanzen, die der Organismus bedarf, wie für die Aufnahme der Arzneimittel gleich wichtig ſind, zu beachten. Am ſchnellſten werden in der Lunge gasförmige und tropfbar-flüſſige Körper aufgenommen. Bekannt ſind die plötzlichen Wirkungen der Kohlenſäure, des Schwefelwaſſerſtoffgas, des Arſenikwaſſerſtoffgas und der Blauſäure in Dunſtform. Einem Kaninchen ein Glas mit faſt waſſerfreier Blauſäure unter die Naſe gehalten, ſo ſtirbt das Thier in weniger als ¼ Minute. Strychnin wirkt zwar nicht ſo ſchnell, doch habe ich von 2 Gran in drei Minuten den Tod eintreten ſehen, wobei der Tetanus ſich nicht erſt nach und nach entwickelte, ſondern nach ein- oder zweimaligem Zucken gleich mit der äußerſten Heftigkeit eintrat. Selbſt größere Quantitäten von Flüſſigkeiten verſchwinden aus den Lungen ſehr ſchnell. Waſſer, namentlich warmes Waſſer, habe ich bei Kaninchen in der Quantität von 2 — 3 Unzen öfters eingeſpritzt; es folgt darauf bedeutende Dyspnoe,

die aber kaum eine halbe Stunde anhält. Bekannt ist der Fall von Dessault, der aus Irrthum die Schlundröhre in den Kehlkopf eines Kranken einführte und mehrmals Bouillon einspritzte, ohne daß der Irrthum schlimme Folgen gehabt hätte. Trotz diesen Erfahrungen möchte es indessen doch nicht zu rathen sein, flüssige Arzneistoffe in die Lungen einzuführen, da bei der größten Vorsicht, die ich bei Injectionen gebraucht habe, doch öfters eine tödtliche Pneumonie bei Kaninchen nachfolgte, ohne daß ich eine weitere Ursache hätte entdecken können.

Fast eben so schnell, wie von der Lunge aus, wirken manche Substanzen, welche der Conjunctiva einverleibt werden. Einem großen Habicht wurde eine Auflösung von Strychnin auf das Auge gegossen, und hier traten die Krämpfe nach 4 Minuten, der Tod nach 7 Minuten ein. Blausäure wirkte bei einem Kaninchen in concentrirtester Form in Zeit von 15 Secunden. Selten möchte sich Gelegenheit finden, diesen Weg für die Anwendung von Arzneimitteln mit Vortheil benutzen zu können, denn die Mittel müssen in sehr kleinen Gaben wirken und in sehr diffusibeler Form beigebracht werden können, wenn überhaupt Wirkungen eintreten sollen. Nur ein geringer Theil narkotischer Arzneien eignete sich demnach in sehr einzelnen Fällen für diese Applicationsmethode. Wie bei der Conjunctiva verhält es sich ungefähr mit der Nasenschleimhaut; die flüchtigen Substanzen wirken hier sehr schnell, da sie in die Lungen kommen.

Was die Schleimhaut des Verdauungskanals betrifft, so erfolgt hier die Aufnahme langsamer als in den genannten Fällen. Eine gleiche Quantität einer Auflösung von Strychnin in den Magen gebracht, wie in die Lungen, würde vom erstern aus den Tod erst nach 10 — 12 Minuten zur Folge haben. Es treten auch die Krämpfe mehr allmälig ein, erreichen erst nach und nach eine große Heftigkeit, was wohl darauf hinweisen möchte, daß das Gift langsamer und in kleineren Quantitäten in das Blut übergeht. Von dem Dickdarme aus wirken narkotische Substanzen eben so schnell wie vom Magen unter gleichen Bedingungen bei der Anwendung; auch habe ich keinen Unterschied hinsichtlich der Heftigkeit der Erscheinungen wahrnehmen können. Narkotische Arzneien, oder überhaupt heroische Arzneimittel dürfte man daher kaum in einer größern Gabe durch Klystire zu geben wagen, wenigstens dann nicht, wenn dieselben so applicirt werden, daß nicht ein großer Theil gleich wieder entleert wird. Man sucht die langsamere Wirkung der Substanzen vom Darmkanale aus gewöhnlich in dem dickern Schleimüberzuge. Die Schleimlage ist aber keineswegs so dick, daß der Unterschied in der Resorption bemerklich sein könnte. Die Flüssigkeiten können sich im Darme nicht mit einer großen Schnelligkeit über eine größere Fläche verbreiten; sie kommen daher auch mit einer geringern Blutmenge in Berührung, und zudem geht das Blut aus dem Darmkanale durch das Capillargefäßsystem der Leber, und aus diesen Gründen möchte die langsamere Wirkung zu erklären sein.

Ueber die Schnelligkeit der Resorption in den Harn- und Geschlechtswerkzeugen stehen mir keine Erfahrungen zu Gebote; es ist zu schwer, hier zu experimentiren, weil Flüssigkeiten nicht gehörig zurückgehalten werden können. Uebrigens wissen wir durch Versuche mit Arsenikpillen bei Pferden, wie durch begangene Verbrechen, daß die weiblichen Genitalien, namentlich die vagina, ziemlich schnell einsaugen müssen.

Schneller als in dem Darmkanale wirken alle narkotischen Substanzen in den serösen Häuten. Unter diesen zeichnet sich die Pleura aus,

wahrscheinlich wegen ihres Gefäßreichthums und des Druckes, welchem die aufzunehmenden Flüssigkeiten hier ausgesetzt sind. Bei Strychninauflösungen habe ich kaum einen Unterschied hinsichtlich der Schnelligkeit der Wirkung zwischen der Pleura und den Lungen wahrnehmen können. Langsamer erfolgen die Wirkungen vom Herzbeutel aus, und noch langsamer, wenn die Strychninauflösung in die Bauchhöhle gespritzt wird, aber immer noch schneller als von dem Magen aus. Nach Orfila wirken ähnliche Gifte, wie upas antiar, eben so schnell, wenn sie mit der arachnoidea des Hirns und Rückenmarks in Berührung kommen, als von anderen serösen Häuten, wenn man den Ausdruck »sie wirken sogleich« vielleicht so deuten darf. Ueber die serösen Ueberzüge der Gelenke liegen keine Erfahrungen vor.

Im Parenchym der Organe und im Zellgewebe kommen Flüssigkeiten immer nur mit einer geringern Fläche und mit einer kleinen Quantität Blut in Berührung; es sind daher die Wirkungen, wenn sie auch schnell eintreten, doch nur schwächer und werden länger unterhalten. Wenn ich z. B. einem Kaninchen unter die Haut eines Schenkels eine Auflösung von Strychnin brachte, so zeigten sich zwar sehr schnell Zuckungen, denen tetanische Erscheinungen folgten, allein die letzteren waren weit schwächer, als bei einer gleichen Quantität Strychnin, die in die Lungen gekommen war, und tödteten solches Thier erst nach einer Viertelstunde, während es dort nach drei Minuten geendet hatte. Wo es daher Zweck sein könnte, mit der größten Schnelligkeit die volle Wirkung eines Mittels zu erzielen, würde die Lunge die geeignetste Stelle für die Anwendung desselben sein, und wo man eine weniger schnelle und anhaltendere Wirkung beabsichtigen müßte, möchte die Injection in das Zellgewebe Vortheile bieten. Freilich ist man bis jetzt noch wenig in der praktischen Medizin auf dieses Verhältniß aufmerksam gewesen, namentlich möchte die angeführte Thatsache bei der Wahl der endermatischen Methode sehr der Beachtung zu empfehlen sein.

Sobald nämlich die äußere Haut auf irgend eine Weise von der Epidermis entblößt wird, so werden Substanzen, die in die Gefäße gelangen können, eben so schnell und unter denselben Erscheinungen, wie vom Zellgewebe aus, aufgenommen. In der neuesten Zeit hat man auch diese physiologische Thatsache sehr häufig und mit großem Vortheile in der praktischen Medizin benutzt, und sie ist so populär geworden, daß selbst Verbrechen auf diese Weise begangen wurden. So führt Persil das Beispiel eines Geistlichen an, der vergiftet starb, weil sein Diener bei dem Verbande einer Fontanelle zwei Gran schwefelsaures Strychnin in die Wunde brachte. Seit länger als einem halben Jahrhundert kennt und übt man die Vaccination, und auch hier bringt man mit Erfolg das Gift unter die Epidermis.

Aehnlich verhalten sich die Substanzen, welche bei Berührung mit der Haut die Epidermis verändern oder zerstören. Bei der Anwendung von Vesicantien, namentlich der Kantharіden, hat man schon öfters Harnstränge beobachtet, hauptsächlich aber wohl in den Fällen, wo Kantharіden längere Zeit mit Vesicatorstellen in Berührung waren, wenn Vesicatore z. B. zu lange liegen u. s. w. Seguin hat in dieser Hinsicht eine Reihe von Versuchen angestellt, aus denen hervorgehen möchte, daß Substanzen um so eher aufgenommen werden, je mehr sie die Epidermis verletzen, und je leichter sie löslich sind.

Es waltet auch kein Zweifel, daß Stoffe durch Einreiben in die Haut in das Gefäßsystem übergeführt werden, und man bedient sich dieser Methode so allgemein, daß das Factum selbst dem Laien völlig bekannt ist.

Wie indessen bei dem Einreiben der Quecksilbersalbe, der Kampferlinimente, des Opiums und der Brechmittel die Aufnahme selbst bewirkt wird, bleibt völlig räthselhaft.

In vielen Fällen werden die Substanzen aufgenommen, wenn sie längere Zeit mit der Haut in Berührung sind. Man kann nicht läugnen, daß Salben, welche heftig wirkende Mittel enthalten und lange Zeit mit der Haut in Berührung sind, endlich ohne Corrosion der Epidermis eine Wirkung äußern; dies ist jedoch nur bei wenigen Mitteln der Fall. Selbst wenn man die Haut lange der Einwirkung des Wassers aussetzt, wird die Epidermis lockerer, dicker, runzelicht nnd weiß, und man sieht, daß sie offenbar vom Wasser durchdrungen ist.

Sobald nun Jemand das Resorptionsvermögen bloß in den angegebenen Grenzen für die Haut behauptet, kann nicht widersprochen werden. Man ist indessen viel weiter gegangen, und nimmt ein Resorptionsvermögen der Haut auch bei unverletzter Epidermis an. Es giebt Thatsachen, die sich schwer damit vereinigen lassen. Man kann die concentrirteste Blausäure mit dem Finger berühren ohne Vergiftungssymptome, Auflösungen von Strychnin, den gefährlichsten Alkaloiden auf der Haut verdunsten und eintrocknen lassen ohne die mindeste Wirkung, und wie oft wurde der Speichel von wuthkranken Hunden oder Menschen den Aerzten auf die Haut der Hände oder des Gesichtes gespritzt ohne Folgen. Es behaupten auch viele Physiologen und Aerzte, daß bei unverletzter Epidermis nichts aufgenommen werde, und gerade Seguin behauptet es, der sich viel mit dem Gegenstande beschäftigte; ja in vielen Versuchen soll im mehrstündigen Bade nicht nur nichts aufgenommen worden sein, sondern der Körper sogar an Gewicht abgenommen haben. Die Ansicht findet sehr viele Gegner, und manche derselben haben sich freilich mit sehr einfachen Thatsachen begnügt. Man behauptet, Seefahrer stillen den Durst, indem sie sich nasse Tücher umschlagen, und in anderen Fällen soll die Ernährung durch Bäder von Bouillon oder Milch eine Zeitlang unterhalten worden sein. Das Gefühl des Durstes eine Zeitlang zum Schweigen zu bringen, ist aber etwas anderes, als dem Körper Feuchtigkeit zuführen, und daß das Letztere mit feuchten Umschlägen nicht geschieht und geschehen kann, beweisen die schrecklichen Schicksale einer leider großen Anzahl von Schiffbrüchigen. Currie mag wohl Recht haben, wenn er die Wirkung derselben auf Verhinderung der Ausdünstung schiebt, und sie werden den Durst also auf dieselbe Weise löschen, wie das Tabacksrauchen den Hunger stillt. Jemand aber Bouillonbäder in der Absicht gebrauchen lassen, um ihn die Substanzen, welche der Körper zu seinem Bestehen braucht, auf einem andern Wege als durch die Organe der Verdauung zuzuführen, ist mindestens eine Verschwendung, da keine begründete Beobachtung besteht, daß das Leben jemals auf diese Weise länger erhalten werden kann, als man die Entbehrung der Nahrung zu ertragen vermag. Man möchte vielleicht dagegen einwenden, daß nach solchen Bädern Kranke kräftiger sich gefühlt hätten, die Wirkung läßt sich vielleicht aber anders erklären; denn wurde auch Bouillon in die Lungen und in den Dickdarm gebracht, wo sie zweifelsohne resorbirt wird, so kann sie doch nie bei unmittelbarer Resorption die Phänomene des Stoffwechsels unterhalten. Der Verdauung müssen selbst die Flüssigkeiten unterworfen werden, welche das Material für die Ernährung und Absonderung enthalten, und ohne diesen Act kann die concentrirteste Auflösung thierischer Substanzen, wo sie auch resorbirt wird, eben so wenig das Leben unterhalten, wie man das Leben dauernd durch

die Transfusion fremden Blutes zu fristen vermag. In keinem Falle könnte demnach ein günstiges Resultat solcher Bäder für die Resorption der Haut aufgeführt werden. Collard de Martigny, Berthold und Madden haben, gestützt auf ähnliche Versuche, wie Seguin eine Resorption der Haut in Bädern behauptet, und die Versuche sind gewiß genau angestellt. Bei Berthold zeigte sich in einem Bade von 22° R. nach einer Viertelstunde eine Gewichtszunahme von 4 Drachmen 45 Gran, in einem Bade von 28° R. nach einer Viertelstunde von 4 Drachmen 36 Gran, bei 16° R. nach drei Viertelstunden von 1 Unze 4 Drachmen und 35 Gran, bei 28° R. nach einer Stunde 1 Pfd. 7 Drachmen 30 Gran, wobei jedesmal das, was der Körper durch die Respiration gleichzeitig verliert, zu 7 Gran in der Minute angeschlagen, als Gewichtszunahme mit berechnet ist. Es fragt sich bei diesen Versuchen nur, ob die Aufnahme durch die Epidermis hindurch erfolgt ist, oder ob sie durch die Schleimhäute geschah, welche mit dem Wasser nothwendiger Weise in Berührung kommen müssen, wie die des After und des männlichen Gliedes; es fragt sich ferner, ob die Feuchtigkeit, welche an den Haaren, die mitunter sehr verbreitet sind über den Körper, nothwendig zurückbleibt, mit in Rechnung gekommen ist oder nicht. Daß Substanzen in Bädern aufgenommen werden, leidet wohl keinen Zweifel, aber wer dabei an der Resorption der Haut zweifeln will, wird noch genug Gründe dagegen auffinden können. Die Frage läßt sich wohl schwerlich anders entscheiden, als daß man die Excretionsproducte der Haut genauer untersucht und die Quellen derselben genauer bestimmt. Wo man nicht weiß, ob bloß die Drüsen der Haut oder die ganze Oberfläche ausscheiden, ist jede Frage über die Resorption mehr als schwierig.

Ein anderer Punkt verdient gleichfalls mehr Beachtung, als er bisher erfahren. Es ist dieses nämlich der Umstand, daß manche Gifte entweder gar nicht oder ganz anders wirken, wenn sie, statt im Munde, vom Darmkanale aus resorbirt werden. Die bekanntesten Thatsachen sind die Erfahrungen, welche man über das Hundswuth-, Schlangen- und indianische Pfeilgift gemacht hat. Sie wirken vom Verdauungskanale aus nicht oder wenigstens anders, als unmittelbar im Blute. Im letztern Falle sind sie meist tödtlich; im erstern Falle soll es vorgekommen sein, daß das Klapperschlangengift, selbst in größerer Menge genossen, nur Wassersucht hervorbrachte. Eine große Anzahl thierischer Gifte möchte sich eben so verhalten; das Pockengift, Pestgift u. s. w. sollen ohne Ansteckung verzehrt worden sein.

Man kann bei der Erklärung von sehr verschiedenen Standpunkten ausgehen. Bekannt ist es, daß man Substanzen, welche man in eine Schenkel- oder Halsvene einspritzt mit tödtlichem Erfolge, ohne Nachtheil in einen Zweig der Pfortader injiciren kann. Magendie glaubt wohl nicht mit Unrecht, daß Luft und Galle z. B. in der Pfortader deßhalb weniger Wirkung hervorbringen, weil sie über eine größere Menge Blutes daselbst verbreitet würden. Bei den genannten Giften kann indessen diese Erklärung nicht gegeben werden. Diese Substanzen werden, je mehr sie im Blute sich verbreiten, um so eher wirken; denn wenigstens die Krankheitsgifte scheinen fermentartig zu wirken und dem Blute die Mischung mitzutheilen, deren Folge die bekannten Krankheitsproducte sind. Sie müssen daher ihre Wirksamkeit verloren haben, ehe sie in den großen Kreislauf gelangen. Auf diesem Wege können sie nun im Darmkanale verändert, oder in unlösliche, nicht resorptionsfähige Körper verwandelt werden, sie können

eine Zerſetzung in der Leber erfahren, und in den Lungen ſelbſt noch unwirkſam werden. Wo ſie indeſſen ihre Wirkſamkeit verlieren, läßt ſich durchaus nicht ausmachen. Wie in den Lungen Stoffe unſchädlich werden, zeigt die Kohlenſäure, das Schwefelwaſſerſtoff- und Kohlenwaſſerſtoffgas, die ſich im Darme oft genug vorfinden und oft durch Reſorption ohne Nachtheil entfernt werden. Man weiß, wie gefährlich dagegen die Wirkung dieſer Subſtanzen von den Reſpirationswerkzeugen aus iſt. In einem hohen Grade hat mich eine Erfahrung befremdet, wo das Umgekehrte ſtattfindet. Bei Kaninchen wirkt ½ Gr. weißer Arſenik vom Magen aus tödtlich, wie Bunſen und Berthold angegeben haben. Einem ſolchen Thiere habe ich in Waſſer von 28° R. gelöſ't wohl mehr als ½ Gr. Arſenik in die Lungen geſpritzt ohne allen Erfolg. Obgleich ich den Verſuch bis jetzt nicht wiederholen konnte, ſo hat mich die Erfahrung um deſſentwillen ſehr frappirt, weil in allen toxikologiſchen Schriften angegeben wird, der Arſenik wirke von den Lungen aus am giftigſten, und Hüttenarbeiter wohl in Dunſtform größere Quantitäten Arſenik einathmen, als hinreichen würden, um Vergiftungsſymptome vom Darmkanale aus hervorzurufen. Um die Aufmerkſamkeit auf dieſen Gegenſtand zu lenken, ſchien mir das Factum der Mittheilung werth, um ſo mehr, da für Ermittelung der Arzneiwirkungen ähnliche Erfahrungen viel Aufſchluß verſprechen.

Kürſchner.

Blut [1].

Das Blut (sanguis, αἷμα) iſt der ſich in den Adern bewegende, den menſchlichen oder thieriſchen Körper ernährende Saft [2]. — Bei den Menſchen und den Wirbelthieren der drei oberen Claſſen unterſcheidet ſich das in den Venen fließende Blut durch die Farbe von dem in den Arterien. Da man ſich das Venenblut viel leichter verſchaffen kann als das Arterienblut, ſo iſt daſſelbe am häufigſten unterſucht worden, und unter Blut wird gewöhnlich nur Venenblut verſtanden, was um ſo erlaubter iſt, als es den bei weitem größern Theil der geſammten Blutmaſſe ausmacht. Auch wo auf den folgenden Blättern vom Blut im Allgemeinen die Rede iſt, muß es zunächſt immer nur auf das Venenblut bezogen werden.

---

[1]) Bei der großen Wichtigkeit dieſes Artikels wird es zweckmäßig erſcheinen und dem jetzigen Stande der Wiſſenſchaft entſprechen, außer der hier von einem Phyſiologen vom Fache über das Blut nach allen ſeinen Beziehungen gelieferten Arbeit, ſpäter noch einen ſpeciellen, von einem ausgezeichneten Chemiker übernommenen Artikel folgen zu laſſen. Die Verſchiedenheit des Standpunkts kann das Intereſſe beider Artikel nur erhöhen. Anm d. Red.

[2]) Fügt man dieſer Definition noch die rothe Farbe hinzu, ſo erklärt man dadurch mit R. Wagner den ernährenden Saft der wirbelloſen Thiere nicht für Blut, ſondern für Chylus.

A. Aeußere Eigenschaften des Bluts vor dem Gerinnen.

Farbe des Bluts.

Das Blut hat bei den Menschen und bei den Wirbelthieren eine schöne rothe Farbe, dem Purpur oder dem hellen Kirschroth nicht unähnlich. Durch die Art des Ausflusses aus der Ader wird die Farbe nicht unbeträchtlich verändert; je kleiner der Blutstrahl, desto heller ist die Farbe, weil die Luft, welche das Blut heller färbt, hier stärker einwirken kann. Dunkler als das der Menschen ist das der Ochsen, der Hasen und Hirsche, der Pferde und besonders das der Schweine, heller dagegen das der Schafe, Katzen und Ziegen, die das hellste Blut unter den Hausthieren und wahrscheinlich auch noch unter einer viel größern Anzahl von Säugethieren besitzen. Das Hundeblut ist dem menschlichen an Farbe sehr ähnlich; die Vögel haben helles Blut, was an der Luft sich noch heller färbt, aber auch von selbst bald wieder dunkel wird. Auch bei den Ringelwürmern und einigen nacktkiemigen Mollusken (bei Eolidia nach E. Forbes) findet sich rothes Blut. Die Insecten haben meist ein gelbes, braunes oder wenig gefärbtes, die Käfer ein dunkelbraunes, und die Heuschrecken, Raupen und Schmetterlinge ein grünes, die Mollusken meist ein gelbliches oder weißliches, bläuliches oder auch wohl braunes Blut; bei der Montagua ist es grün. — Bei der Entstehung des Bluts im Embryo ist die Farbe wenig saturirt; namentlich gilt dies von Vögeln, Fischen und Fröschen. Bei Menschen und Säugethieren ist vor der Geburt das Blut dunkel und bleibt nach der Geburt in der ersten Zeit bräunlich roth. Schön roth ist das Blut in der Jugend, zur Zeit der Pubertät; in höherm Alter wird es wieder etwas dunkler. Den Frauen wird helleres Blut zugeschrieben, als den Männern. Es mag im Ganzen, da die Farbe zum Theil von der Dicke und dem specifischen Gewicht des Bluts abhängt, ein geringer Unterschied dieser Art existiren; in der Schwangerschaft wird er aber aufgehoben, hier ist vielmehr das Blut meist auffallend dunkel. Je plethorischer, robuster ein Mensch ist, desto dunkler zeigt sich auch sein Blut; bei den zarten, phlegmatischen, blutarmen findet sich das hellste oder eigentlich blassefte. Je langsamer das Blut durch den Körper getrieben wird, desto dunkler ist es. Daher haben Menschen mit sitzender Lebensart dunkeleres Blut; Bewegung, äußere Hitze, besonders warme Bäder machen das Blut heller. Jedes stockende Blut ist dunkel. — Die letzte Ursache des Unterschiedes in der Farbe des Blutes bei derselben Organisation ist immer die Stärke des Athmens, absolut oder relativ zur Blutmenge. Wo die Aufnahme des Sauerstoffs und die Ausscheidung der Kohlensäure ein Hinderniß erleidet, ist die Nuance des Rothes dunkler. Dann kommt auch die Fähigkeit des allgemeinen Haargefäßsystemes, die hellere Farbe in eine dunklere zu verwandeln, in Betracht. In der Ohnmacht ist, wie schon Hunter angiebt, das Blut heller, im Winterschlaf der Thiere nicht so dunkel, als man des gehemmten Athmens wegen vermuthen sollte; in beiden Fällen wird man auf den Einfluß des Haargefäßsystems hingewiesen. Drittens soll auch die gehemmte Ausscheidung des Farbestoffs Antheil an der Farbe des Blutes haben. Schultz [1]) hat hierauf besonders aufmerksam gemacht und den Einfluß der Leber, welche den Farbestoff aus-

[1]) Hufeland's Journal, 1838. H. IV. S. 39.

ſcheiden ſoll, in dieſer Beziehung hervorgehoben. Endlich beſtimmt auf die augenſcheinlichſte Weiſe die chemiſche Zuſammenſetzung des Blutes, namentlich der verſchiedene Gehalt an Salzen und beſonders an kohlenſauren Alkalien die Farbe. Dies zeigten mir Verſuche an Thieren. Wahrſcheinlich hatten auch die mit Pflanzenkoſt gefütterten Hunde aus dieſer Urſache ein helleres Blut als die bloß mit Fleiſch gefütterten. — Bei der Unterſuchung über die Urſache des Farbenunterſchiedes des arteriellen und venöſen Blutes ſoll die Urſache der rothen Farbe näher geprüft werden. — Das Roth des Bluts iſt in ſeinem Farbenton ſehr leicht veränderlich. Schon von ſich ſelbſt verändert der in ſeinem eigenen Blutwaſſer zu Boden geſunkene Blutkuchen nach einiger Zeit ſeine Farbe, oben wird er ſchön hellroth und unten dunkelroth; nur in der Mitte behält er ſeine frühere Schattirung bei. Die Zeit, in welcher dieſe Umwandlung vor ſich geht, iſt ſehr verſchieden und richtet ſich größtentheils nach dem Gehalt an Alkali. Je mehr von dieſem vorhanden, deſto ſpäter wird das Blut dunkel. Das Blut der Pflanzenfreſſer behält aus dieſem Grunde länger ſeine helle Farbe als das der Fleiſchfreſſer. — Daß alle Stoffe, welche organiſche Subſtanzen zerſetzen oder auch nur deren Farbe zerſtören, ebenfalls die des Bluts umändern, iſt leicht begreiflich. Vorzüglich gehören hierher die mineraliſchen Säuren, kauſtiſchen Alkalien und das Chlor. Im Ganzen nimmt das Blut eine dunkelere, bald mehr ſchwärzliche (durch Alkalien), bräunliche (durch Säuren), bald mehr grüne Farbe (durch Chlor) an. Auch die ſchwächeren Säuren, wie die Eſſigſäure, Kleeſäure, Blauſäure (jedoch nur ſehr wenig), wenn ſie concentrirt angewendet werden, haben eine gleiche Wirkung. Alle desoxydirenden Mittel bringen gleichfalls eine dunkele Farbe hervor, entweder bloß dadurch, daß ſie den Sauerſtoff dem Blute entziehen, oder daß ſie eine Säure bilden. Letzteres iſt wohl meiſt die hauptſächlichſte Urſache. Merkwürdig iſt, daß auch chemiſch indifferente Stoffe, eine Löſung von Gummi arabicum, ſelbſt deſtillirtes Waſſer nicht ohne Wirkung ſind und eine dunkelere Nüancirung des Bluts erzeugen, falls daſſelbe nicht mit den Flüſſigkeiten ſtark an der Luft geſchüttelt wird. Dahingegen ſteigern die Röthe nur die Neutral- und Mittelſalze, am meiſten das ſalpeterſaure Ammoniak, das Kochſalz, ſo wie mehr oder weniger alle Chlorſalze ebenfalls; doch wird die Farbe nicht ſo rein ſcharlachroth, ſondern mit etwas Beimiſchung von Grau. Bei Chlorbaryum und Chlorcalcium geht die Farbe bald ins Bräunliche über. Schwefelſaures Natron und Kali, ſo wie ſalpeterſaures bewirken eine längere Zeit anhaltende Röthung; doch iſt zu bemerken, daß eine dünne Löſung Glauberſalz bald bräunlich wird. Aehnlich verhalten ſich mehre Weinſtein- und Borſalze. Bei den kohlenſauren Alkalien wird, wo ſie ſehr concentrirt zugeſetzt worden, die hellrothe Miſchung nachher etwas bräunlich. Auch die reinen Alkalien, namentlich Ammoniak, falls ſie ſehr ſchwach angewandt werden, röthen anfangs das Blut. Hünefeld[1]), der das Verhalten einer großen Menge von Stoffen in der fraglichen Beziehung geprüft hat, giebt noch von folgenden Salzen an, daß ſie das Blut röthen: Jodkalium, cyanſaures Ammoniak (macht granatroth), Kaliumeiſencyanür, Schwefelcyankali (röthet ſchwach), chlorſaures Kali (im Anfange nur) und außerdem noch Schwefelkohlenſtoff (doch nur wenig und nicht im Anfange). Bei den ſchwachröthenden Subſtanzen muß man ſich vor Täuſchung hüten, da leicht die Wirkung der Luft bei dem Rühren der beigemiſchten Subſtanz

[1]) Der Chemismus in der thieriſchen Organiſation. Leipzig, 1840. S. 43 u. ff.

zugeschrieben wird. Besonders gilt dies von den trockenen, gepulverten Stoffen, die jedesmal kleine Luftbläschen mit einführen. Auch wird durch Vermengung mit weißem, unlöslichem Pulver die Blutfarbe wie jeder andere Farbestoff heller, z. B. durch Magnesia, auch selbst durch das vermittelst Bleiessig präcipitirte Eiweiß des Bluts. Ich habe mich daher bei meinen Versuchen einer andern Methode als der gewöhnlichen bedient und weder das frische, noch das geschlagene Blut zum Versuch gebraucht, sondern auf den Blutkuchen, nachdem das Serum so viel als möglich abgelaufen war, die verschiedenen zu prüfenden Substanzen als Pulver aufgestreut, oder als Lösung mit einem Pinsel aufgestrichen. — Die braune oder bräunliche Farbe ist diejenige, welche unter allen am häufigsten bei den Versuchen zum Vorschein kommt, so namentlich durch alle Säuren, wie durch Schwefel-, Phosphor-, Arsenik-, concentrirte Essig- und Blausäure, Milch-, Citronen-, Bernstein-, Weinstein-, Aepfel-, Gerbe-, Schwefelblau-, Selen- und Borarsäure; ferner nach Hünefeld durch folgende Salze: kleesaures, schwefelsaures, weinsteinsaures, chromsaures (schwarzbraune Färbung), chlorsaures (erst späterhin) Kali, Bromkalium, Chlorstrontium, Chlorbaryum (erst später), Chlorcalcium (eben so), Alaun, Brechweinstein, salpetersaures Silber und salpetersauren Strontian, essigsaures Blei, bernsteinsaures Ammoniak, milchsaures Eisenoxydul (nur wenig), schwefelsaures Chinin, Morphium und Coniin; ferner durch Phosphor und Jod, durch Aether und Mandelöl. So lange der Aether noch im Blute in großer Menge vorhanden, ist die Farbe hellroth; verdampft er, so wird das Blut dunkel und trübe. Das Terpentinöl entfärbt bis zum Gelb. Durch das Kochen wird das Blut braun, das darauf eingetrocknete sieht bei Säugethieren ganz schwarz aus; das bei geringer Temperatur eingetrocknete behält viel mehr von der rothen Farbe; wieder aufgelöst sieht es bräunlich aus. Aetzkali und Schwefelleber bringen ein grünliches Braun hervor, schwefelsaure Magnesia nach und nach ein bläuliches Braun. Kalk und Baryt färben am meisten grünlich, Jodkohlenstoff bläulich. Eine Heidelbeerfarbe, welche der des venösen Bluts nahe kommt, entsteht durch phosphorsaures Natron. — Bei sehr vielen dieser Stoffe bedarf der Versuch einer nochmaligen Wiederholung, und zwar mit besonderer Berücksichtigung der Dauer der Einwirkung und der Concentration der Lösung; viele derselben bringen sogleich oder späterhin, schon in verdünnter Lösung oder in stärkerer das Eiweiß zur Gerinnung und verändern bloß dadurch die Farbe des Blutroths. Bei den Salzen wirken die verdünnten Lösungen zwar meist für den Anfang den concentrirten analog, aber keineswegs auf die Dauer. Sie befördern in jenem Zustande mit wenigen Ausnahmen nach der Röthung die Umwandlung in das Dunkele. Auch ist es bei schwacher Wirkung der Stoffe nicht gleichgültig, welches Blut man zum Versuch wählt; das Blutroth ist zwar bei allen Thieren dasselbe, allein bei manchen ist es in geringerer Menge vorhanden als bei anderen.

Folgende Substanzen sollen, nach Hünefeld, keine Veränderung erzeugen: Gummi, Zucker, Campher, Kreosot, Harnsäure, Harnstoff, Veratrin, salzsaures Chinin, Cantharidin, arsenige Säure (weil sie zu schwer auflöslich ist), Seife, essigsaures Ammoniak (wenigstens nicht anfangs), tartarus ammoniatus, natronatus, cyansaures Kali und salpetersaures Kali und Natron. Unter den permanenten Gasarten stehen sich in ihrer Wirkungsweise auf die Veränderung der Blutfarbe Sauerstoff und Kohlensäure gegenüber. Außer ersterem färbt noch Stickstofforydulgas das Blut hellroth, so wie

auch dies vom Phosphorwasserstoffgas und vom Kohlenwasserstoffgas (Berzelius) behauptet wird. Vom Stickstofforydgas wird es dunkel purpurroth gefärbt, vom Ammoniakgas stark dunkel, vom Cyangas nur wenig (heidelbeerfarbig), vom schwefligsauren Gase rothbraun, vom Chlorgas anfangs grünlich, dann braun. Das Kohlenoxydgas färbt nicht dunkel, und das Wasserstoffgas nicht hellroth, sondern allmälig dunkler.

Abnormer Weise, so wie hin und wieder bei säugenden Thieren, hat man ein sogenanntes weißes Blut gefunden, welches jedoch vor der Gerinnung nie ganz weiß, sondern weißröthlich ist und erst nach Bildung eines kleinen Blutkuchens als milchiges Serum erscheint. Bei Gänsen zeigt sich diese Erscheinung am häufigsten; sie rührt ohne Zweifel vom Fettgehalt des Blutes her. Ich habe neulich über 7% Fett in einem solchen Blute gefunden. Hewson glaubt, daß das Fett aus dem Fettzellgewebe resorbirt sei, und deßhalb bei hungernden Gänsen das weiße Blut sich am häufigsten finde. Jene von mir untersuchte Gans war aber vier Wochen lang gemästet worden. Von dem milchigen Serum soll noch weiter unten die Rede sein. Nur wo dessen Farbe sehr weiß ist, modificirt sie die Farbe des frischen ungeronnenen Blutes.

Wärme des Bluts.

Das Blut hat die Wärme des übrigen Körpers, ist wahrscheinlich der wärmste Theil von allen. Beim Auslassen aus der Ader zeigt es aber immer einige Grade weniger, als wenn das Thermometer in die Ader selbst gesteckt wird. Selten steigt es dort bei den Menschen bis zu 31° R., nur im Fieber bis zu 32°. Die Verschiedenheiten richten sich, so weit sie nicht von der Art des Ausflusses und anderen äußeren Umständen abhängen, nach der Stärke des Athmens und Herzschlages, gerade so wie die Temperatur des Körpers im Allgemeinen. Bei Schwangeren fand ich immer ein kälteres Blut als sonst bei den übrigen Frauen. — Ueber die Wärmecapacität des Blutes, d. h. über die Abkühlungszeiten habe ich sehr viele Beobachtungen angestellt und im Ganzen gefunden, daß dieselbe von dem specifischen Gewicht abhängt. Doch machte ich zugleich die Bemerkung, daß bei Aufregung der Herzthätigkeit, unabhängig von dem specifischen Gewicht, die Abkühlung langsamer geschieht [1]).

Nachdem das Blut aus der Ader gelassen, soll in ihm noch eine Zunahme der Wärme beobachtet werden. Scudamore [2]), der in einer großen Reihe von Versuchen eine Erhöhung von 1 — 1½° F. beobachtete, glaubte, daß dieselbe zur Zeit der Gerinnung eintrete und durch diesen Vorgang entstehe. Die späteren Beobachter haben größtentheils diese Thatsache in Abrede gestellt. So Schröder van der Kolk und Denis, besonders aber J. Davy [3]). C. H. Schultz [4]) macht mit Recht darauf aufmerksam, daß die Erhöhung der Temperatur in den Versuchen von Scudamore gar nicht mit der Zeit der Gerinnung übereinstimme, da nach 1 bis 2 Minuten dieselbe noch nicht erfolge; vielmehr müsse man, um die Wahrheit zu finden, zu einer Beobachtung Hunter's zurückkehren; dieser

[1]) S. das Blut physiologisch und pathologisch untersucht. Bonn 1836. S. 8 u. 170.
[2]) Ein Versuch über das Blut. A. d. E. Würzburg, 1826. S. 63.
[3]) Physiological and anatomical Researches. London, 1839. Vol. II. p. 11.
[4]) System der Circulation. Stuttgart und Tübingen, 1836. S. 95.

hatte nämlich gesehen, daß das Blut einer Schildkröte an der Luft noch vor dem Gerinnen einen Grad wärmer ward, beim Gerinnen sich aber wieder abkühlte. Schultz hat die Temperaturerhöhung sehr häufig bei venösem Blut im Augenblick, wo dies sich röthet, noch vor der Gerinnung wahrgenommen. Doch müssen, sagt er, mancherlei günstige Bedingungen dabei zusammentreffen; die Einwirkung der Luft ist die nothwendigste. Das Arterienblut bot dies Phänomen nie dar. Diese Angaben, die noch viel Räthselhaftes enthalten, besonders, weil das Blut sich nicht in einem Augenblicke röthet, und nur die Oberfläche, nicht aber die Tiefe sich verändert, haben in den neueren Beobachtungen von J. Davy [1]) eine Stütze gefunden. Dieser sah nämlich durch das Schütteln des venösen Blutes mit Sauerstoff 1 — 2° F. Wärme sich entwickeln, widerspricht also gerade der Behauptung Scudamore's, daß das Blut sich in Sauerstoff rascher, in Kohlensäure langsamer abkühle. Die nähere Darlegung der Thatsache und die Erklärung wollen wir erst in dem Artikel »Wärme« versuchen.

Ph. Wilson [2]) behauptet, durch Galvanismus könne man aus dem arteriellen Blut Wärme (3 — 4° F.) entwickeln, nicht aber aus dem venösen. Scudamore [3]) will indessen auch bei diesem einen gleichen Erfolg durch Reibungselektricität gesehen haben, obgleich Schübler [4]) bewies, daß das Blut bei Anwendung von Elektricität rascher sich abkühlt. Neuerdings hat Buzorini [5]) diesen fast ganz in Vergessenheit gerathenen Gegenstand wieder durch die Behauptung angeregt, er habe durch den Galvanismus die Temperatur des Blutes um 2 — 3° R. steigen gesehn.

Geruch des Bluts.

Der Geruch des Blutes ist eigenthümlich, bei den Menschen und jeder Thiergattung verschieden, gerade so wie es auch der der Lungen- und Hautausdünstung ist; schwach in der Jugend, stärker in der Pubertät, mehr entwickelt bei robusten als bei schwachen Individuen. Das Blut von Männern hat einen stärkern Geruch als das der Frauen. Negerblut soll eigenthümlich stark, unangenehm riechen, das der Castraten nur schwach. Daß der Geruch in gewisser Beziehung zur Function der Zeugungstheile steht, ist nicht zu läugnen. — Barruel [6]) gab an, daß durch Zusatz von Schwefelsäure der Geruch sich viel stärker entwickele; in einem gerichtlichen Falle über den Ursprung eines Blutfleckens zu Rathe gezogen, versichert er sogar, auf diese Weise durch den Geruch ermittelt zu haben, daß das Blut von einem Menschen und nicht von einem Thiere, und zwar entweder von einem Knaben oder einem Weibe, nicht aber von einem Manne sei. Raspail und Hünefeld läugnen die Eigenthümlichkeit der Schwefelsäure, den specifischen Geruch des Blutes zu verstärken, vielmehr entwickele sich ein anderer, der sehr veränderlich sei und sich von dem anderer organischen Substanzen nicht unterscheiden lasse. Ich muß ebenfalls die Barruelsche

---

[1]) A. a. O. S. 170.
[2]) An experimental Inquiry into the laws of the vital functions. Ed. II. p. 240 and 244.
[3]) A. a. O. S. 49.
[4]) Gilbert's Annalen, B. XXXIX. S. 303.
[5]) Würtemberger Correspondenzblatt, B. VI. Nr. 24.
[6]) Annales d'Hygiène publique et de médecine legale. Nr. I. (s. Fromherz medic. Chemie, B. II. S. 520.)

Behauptung zum wenigsten für sehr übertrieben erklären; ganz unwahr ist sie nicht; nur darf man die Säure nicht zu concentrirt anwenden. Die Wirkung derselben hat Matteucci auf eine einleuchtende Weise so erklärt: es sättigt die Säure das Natron einer mit einer flüchtigen Fettsäure gebildeten Seife, wodurch also das Fett frei wird. — Beim Kochen des Bluts ist ein anderer Geruch bemerkbar als der, den das frische Blut besitzt. Bei den meisten Thieren fand ich ihn nur wenig in jenem verschieden; bloß im Rinderblut, sowohl von Ochsen, wie von Kühen und Kälbern, war er specifisch, nämlich vollkommen moschusartig. Er haftet an dem Serum; trocknet man dies ein und weicht dasselbe nach Jahren wieder auf, so kommt der Geruch nach Moschus noch sehr kräftig zum Vorschein. Nach Cap und Henry enthält die Lungenausdünstung der Kühe einen moschusartigen Riechstoff. Derselbe ist vielleicht dem ganzen Geschlecht eigenthümlich und tritt nur bei dem Bisamochsen am stärksten hervor. Es giebt außer dem flüchtigen Riechstoff des Bluts, der mit der Abkühlung sich mindert, einen festen, welcher mit dem festen Fett verbunden ist. Das aus dem eingetrockneten Katzenblute ausgezogene Fett hatte einen höchst penetranten Katzengeruch; das der Hunde roch weniger charakteristisch, unterschied sich aber, so wie das der Menschen und Schweine, sehr auffallend von dem der Pflanzenfresser, bei denen das Fett ganz thranig riecht, ungefähr wie das gewöhnliche Pferdefett. — Durch Chlor ist jeder Riechstoff zerstörbar.

Consistenz des Bluts.

Der Consistenzgrad des Bluts hängt ab 1) von der Menge der Blutkörperchen, 2) von der Klebrigkeit des Blutwassers, 3) von dem Wärmegrad und 4), wenn es noch nicht geschlagen ist, von der Stufe der Gerinnung, auf welcher das Blut sich befindet. Im Ganzen richtet sich der Consistenzgrad, wenn wir die Gerinnbarkeit ausnehmen, fast ganz nach dem specifischen Gewicht, weßhalb wir auch dies als etwas genau, nicht bloß durch ungefähre Schätzung, wie die Flüssigkeit des Bluts, Bestimmbares näher betrachten wollen. Wir reden hier nur von dem Gewicht des geschlagenen, seines Faserstoffs beraubten Bluts, denn die Messung hat beim frischen Blute zu viel Schwierigkeiten. Wenn Mandl behauptet, durch die Gerinnung werde das Blut schwerer, und Letellier, daß die Entziehung des Faserstoffs eine gleiche Wirkung habe, so wollen wir dies nicht vollständig in Abrede stellen, weil das Blut bei der Verdunstung etwas Verlust erleidet, theils an Gasen, theils an Wasser, und weil zweitens die Temperatur sich ändert; allein so hoch beläuft sich der Unterschied gewiß nicht, wie Ersterer angiebt. Mandl hat sich durch die Luftblasen täuschen lassen, die das frische in ein Glas aufgefangene Blut jedesmal einschließt und schwer entweichen läßt. Wenn man nur jedesmal bei demselben Wärmegrad und bald nach dem Abfluß aus der Ader das Blut wiegt, erhält man zwar dadurch nur Verhältnisse von relativem Werth, die aber dennoch von sehr großer Genauigkeit sein können; und daß diese wichtig genug sind, um erforscht zu werden, davon kann man sich leicht überzeugen. Ich habe in mehr als 400 Fällen bei Menschen das Blut gewogen und bin zur Ueberzeugung gelangt, die Untersuchung des specifischen Gewichtes des Bluts sei in Krankheiten so wichtig, daß jeder Praktiker dieselbe vornehmen müsse. Wenn der Arzt, wie man es heut zu Tage macht, das Blut eines Aderlasses einmal ansieht, vielleicht auch sogar die Festigkeit des Blutkuchens mit

dem Löffel prüft, so hat er wenig Nutzen davon; ja oft zieht er daraus nur einen falschen Schluß zum Nachtheil seines Kranken, behauptet z. B., daß das Blut sehr entzündlich sei, wenn die Faserhaut dick ist, daß es sehr cruorreich sei, der Kranke also viel Blut haben müsse, wenn der Blutkuchen groß ist. Wir finden in Magendie's Vorlesungen über das Blut die Belege für diese Anklage. Wer aber sich die leichte Mühe giebt, in einem kleinen Glase, welches 500 — 1000 Gran hält, das geschlagene Blut zu wiegen, der erfährt durch diese leichte Mühe genau, ob der Kranke viel oder wenig Blut im Körper habe, ob seine Constitution kräftig oder schwach sei, ob eine Wiederholung des Aderlasses mit Gefahr verbunden sei, oder nicht. Es ist hier nicht der Ort, in die Pathologie des Bluts näher einzugehen, und ich verweise daher auf meine früheren Untersuchungen, die ich nächstens noch zu vervollständigen gedenke. Auch die Breite innerhalb der Grenzen der Gesundheit wird übrigens schon eine Bestätigung meiner Behauptung andeuten.

Die neueren Schriftsteller geben das normale Gewicht des menschlichen Bluts zwischen 1040 — 1060 an; die neuesten Angaben liegen alle zwischen 1050 und 1059. Und dies sind auch wirklich die Grenzen, zwischen denen das Gewicht des gesunden Bluts schwankt, so daß ich das Mittel 1055 erhielt (nach meinen neueren Messungen mit besserer Waage, aber bei weniger Menschenzahl könnte es etwas höher sein), als ich gesunde Erwachsene, zur Hälfte Männer, zur andern Weiber, für die Berechnung auswählte. Das Geschlecht erfordert nämlich Berücksichtigung. Das Blut der Männer ist dicker und wenigstens $^1/_{1000}$ schwerer, als das der Weiber, und hält sich immer über 1053, während das der Weiber häufig nur 1050 wiegt. Die Zahl 1058, selbst 1059 ist bei robusten Männern nicht selten; die Zahl 1045 kommt bei schwangeren Frauen zuweilen vor. In der Jugend ist das Blut dünner und leichter als bei Erwachsenen; die allgemeine bekannte Redensart von leichtem Blut der Jugend spricht daher eine physiologische Wahrheit aus. Ich habe besonders bei Thieren dies in Erfahrung gebracht, wie ich an einem andern Orte, wo ich von der Veränderung des specifischen Gewichtes bei Thieren handeln will, näher angeben werde. Bei Neugebornen ist das Blut dünn und leicht; die Nabelgefäße derselben sollen übrigens nach Denis ein Blut von 1075 sp. G. geben.

Bei den Hausthieren habe ich sehr häufig das Blut gewogen; die Differenzen bei einer und derselben Thierart sind hier noch größer als bei Menschen, daher die Zahl der Messungen nicht zu klein sein darf. Vielleicht kommt es daher, daß ich den Angaben J. Davy's [1]) nicht ganz beitreten kann. Die Reihenfolge bei ihm ist: Ochs 1061 (Venenblut), Schwein, dann mit beträchtlich leichterm Blute folgen Pferd, Schaf und Hund, Katze (Venenblut 1050); die meinige lautet: Schwein 1060, Hund, Ochs, Pferd, Katze (1054,5), Kaninchen, Schaf und Ziege machen (mit 1042,5) den Schluß. Die genaueren Gewichtsangaben sollen an einem andern Ort folgen [2]).

---

[1]) A. a. O. S. 24.

[2]) Ich muß hier mein Bedauern ausdrücken, daß ich von den Resultaten einer seit fast 2 Jahren ununterbrochen fortgesetzten Arbeit über das Blut der Säugethiere in der Gesundheit und unter abnormen Verhältnissen bei dieser Abhandlung noch äußerst wenig Gebrauch machen kann. Von der für jeden einzelnen Fall nöthig befundenen größern Zahl von Untersuchungen und Analysen kann nur das Mittel interessiren, und dies habe ich leider noch nicht genau ziehen können, da überall noch einzelne Lücken unausgefüllt sind. Ich sehe mich daher genöthigt, in der vor-

Von den Vögeln habe ich das Blut von Gänsen, Hühnern und Truthähnen untersucht. Im Durchschnitt ist dies 1054,° (1044,5 — 1065,°) schwer und also schwerer als das der Haussäugethiere, deren Mittel 1052,2 ist. Das specifische Gewicht des Blutes von Fröschen ist nach J. Davy 1040, das der Fische (sieben Arten) 1032 — 1051, im Mittel 1035. — Es wäre höchst wünschenswerth, wenn auf eine ähnliche Weise, wie die Größe der Blutkörperchen jetzt bei so vielen Thieren gemessen ist, auch das specifische Gewicht des Bluts von wilden Thieren untersucht würde. Freilich ist dies schwieriger als jenes, und dies aus mehr als einem Grunde, aber ich glaube sicher, nicht weniger interessant. Die Hauptschwierigkeit liegt darin, daß man von verschiedenen Individuen derselben Species das Blut untersuchen muß, weil Constitution und Lebensweise so wichtigen Einfluß auf das specifische Gewicht des Bluts haben. Je kräftiger die Constitution ist, je besser die Nahrung, desto schwerer ist das Blut. — Durch Hungern wird anfangs immer das Blut leichter, wenn aber auch die Entziehung des Getränkes hinzukommt, so wird es später schwerer und dickflüssiger. — Daß das Blut am Morgen schwerer ist, als am Abend, wie z. B. J. Davy in Krankheiten gefunden hat, rührt ohne Zweifel von der großen Menge Flüssigkeit her, die im Laufe des Tages, besonders am Abend aufgenommen war.

Elektricität des Bluts.

Ueber die Elektricität des Bluts hat Bellingeri [1]) Versuche angestellt, die aber auf falschen Voraussetzungen beruhen und daher keinen Werth haben. Er bediente sich bei denselben als Elektrometer des allerdings sehr empfindlichen, aber dabei höchst unsichern, sehr unregelmäßig reagirenden Froschschenkels und ersetzte das Metall in der galvanischen Kette, welche mit dem Muskel und mit dem Nerv in Verbindung kam, durch das Blut. Daß ein einziges Metall schon durch seine Berührung mit den Nerven und oft schon die bloße Verbindung des Nervens mit dem Muskel Zuckung erzeugt, hat er ganz übersehen. Daher mußten denn die Versuche, die Herneberg und ich wiederholten, ganz unbestimmte Resultate geben. Nach Bellingeri ist das Blut meist so elektrisch wie das Eisen und behält zwei Tage lang die Elektricität. Hornbeck [2]), welcher nach Dutrochet's Vorgang die galvanische Säule als Prüfungsmittel benutzte, giebt dagegen an, daß das ganze Blut mehr negativ als das Wasser sei. Dutrochet [3]) hatte den Faserstoff und die Kerne der Blutkörperchen, weil sie zum positiven Pol wandern, für elektronegativ, die Schale, den Farbestoff, für elektropositiv erklärt; Hornbeck hielt aus demselben Grunde sowohl das Serum als auch den Farbestoff, besonders aber letztern für elektropositiv. Alles elektrische Verhalten reducirt sich aber lediglich auf ein

liegenden Arbeit nur die Resultate im Rohen, so weit sie in den vorhandenen Zahlen durchblicken, mitzutheilen, und verweise in Betreff der näheren Erörterungen und Belege auf die sehr bald erscheinende Schrift: Neuere chemische Untersuchung über das Blut der Menschen und Hausthiere in Beziehung auf Physiologie, Pathologie und Therapie.

[1]) Experimenta in electricitatem sanguinis, urinae et bilis animalium habita. Aug. Taur. 1826.

[2]) Diss. de sanguine. Hafn. 1832.

[3]) Annales des sciences natur. 1831. — Froriep's Notizen. Nr. 715.

chemisches, und beruht, wie J. Müller [1]) bewiesen hat, auf falschen Prämissen. Auch in den Thatsachen weicht Müller von Dutrochet ab. Er fand keinen Unterschied zwischen Kern (Hülle und Kern) und Schale (Blutroth); beide sammelten sich am Zinkpol an. Bei Anwendung von Platindrähten häufte sich nicht der Farbestoff am Kupferpol an, wohl aber bei der von Kupferdrähten. Eben so wenig bildete sich ein Gerinsel aus der alkalischen Lösung des Farbestoffs im erstern Falle, wohl aber eines am Zinkpol in Folge der Oxydation des Kupferdrahtes. Die Gerinnung des Eiweißes im Serum am positiven Pol hängt nach demselben Beobachter von der Zersetzung der Salze ab, deren sich daselbst ansammelnde Säuren das Eiweiß zum Gerinnen bringen, während das Alkali am negativen Pol das Eiweiß aufgelöst erhält. Mit dieser Ansicht ist auch Mulder einverstanden. Außerdem hat auch Müller den Irrthum Dutrochet's widerlegt, daß man durch die galvanische Elektricität aus dem Eiweiß Muskelsubstanz bilden könne.

Menge des Bluts.

Sehr vielfach sind die Bemühungen gewesen, die Menge des Bluts im menschlichen und thierischen Körper zu bestimmen. Erstens fing man beim Verbluten alles Blut zu diesem Zwecke auf; es zeigte sich aber, daß man auf diesem Wege zu wenig Blut erhielt (Burdach z. B. nur ℥ 24 von einer enthaupteten vollblütigen Frau), und daß ein Theil des Bluts in der Leiche zurückblieb. Piorry hat hierüber bei Hunden nähere Nachweisungen gegeben. Zweitens zerhackte man den ganzen Körper und wusch die einzelnen Theile sorgfältig aus; aber jetzt war offenbar die Menge der geronnenen Flüssigkeit zu groß, weil man auch die parenchymatöse Flüssigkeit ausdrückte. Drittens kam Herbst [2]) auf den Gedanken, die Menge der Injectionsmasse zu messen, die man braucht, um Arterien und Venen zu füllen; er bedachte aber hierbei nicht, daß man einestheils nicht alle Gefäße vollständig zu injiciren im Stande ist, und daß man anderntheils eine abnorme Ausdehnung der Gefäße, besonders der Venen, der Extravasate gar nicht einmal zu gedenken, hervorbringt. Auf eine höchst sinnreiche Weise hat endlich viertens Valentin [3]) dies Problem bei Thieren zu lösen versucht. Er entzog denselben etwas Blut, dessen Wassergehalt er nachher berechnete, spritzte dann eine bestimmte Menge Wasser in die Venen ein und entzog darauf wiederum nochmals eine Portion Blut, dessen Wassergehalt er mit dem des zuerst gelassenen verglich. So hatte er das Mittel in Händen, um nachzuweisen, mit wie viel Blut jenes Wasser sich vermischt hatte. Wiewohl sich auch gegen die Genauigkeit dieser Methode einige Einwendungen machen lassen, so ist dieselbe doch die genaueste, welche erdacht werden kann. — Am allerwenigsten ist ein Schluß auf die Menge des Bluts aus der Größe des Blutverlustes erlaubt, die ein Mensch oder ein Thier in einem kürzern oder längern Zeitraum erleidet, weil nämlich das Blut, je größer der Verlust, desto wässeriger wird, sowohl durch Getränke als durch Absorption der parenchymatösen Flüssigkeit, und weil sich

---

[1]) Poggendorff's Annalen. Jahrgang 1832. S. 8. — Handbuch der Physiologie. 3te Aufl. B. 1. S. 139.

[2]) Comment. hist. crit. anat. phys. de sanguinis quantitate. Gotting. 1822.

[3]) Repertorium der Anatomie und Physiologie. B. XXX. S. 287.

rasch ein neues, wenn auch unvollkommenes Blut aus den festen Theilen des Körpers, namentlich durch Aufnahme des Fettes, bildet.

Valentin macht die sehr richtige Bemerkung, daß die Bestimmung der Blutmenge immer relativ zu dem Gewichte des Körpers sein müsse, wenn man Vergleichungen derselben anstellen will; die Bestimmung der absoluten Menge hat nur bei einem einzelnen Individuum Werth. — Das absolute Gewicht des Bluts schwankt nämlich sehr, selbst bei ausgewachsenen Individuen derselben Thierart, weil es sich nach der Körpergröße richtet; das relative hingegen ist für jede Thierart constant.

Das absolute Gewicht des Bluts bei Menschen ward von den Anatomen sehr verschieden angegeben. So schätzte es unter Andern Haller auf 28 — 30 Pfd., Wrisberg auf 24 Pfd. (Beide fingen das Blut hingerichteter auf), Herbst auf 26 Pfd. (er machte Injectionen in die Gefäße), Hoffmann auf 20 Pfd. Diese Angaben sind die mittleren. Reil und Andere nahmen 40 Pfd. an, während Blumenbach und Andere nur 8 — 10 Pfd. als die Norm ansahen. Gewöhnlich schlägt man das Gewicht auf 20 Pfd. an, so daß also der sechste bis achte Theil des ganzen Körpers Blut wäre. Nach Valentin's ungefährer Schätzung, die er auf die Erfahrungen bei den Thieren stützt, beträgt das relative Gewicht bei den Menschen etwas mehr; es verhält sich zu dem des Körpers wie 1 : 4,25. — Jedenfalls besitzt der Mensch das Vorrecht vor den Thieren (ob vor allen?), relativ zum Körper die größte Menge dieser wichtigen Flüssigkeit, in welche Moses den Sitz der Seele verlegt, zu besitzen. Sicher scheint es wenigstens zu sein, daß die kleineren Thierarten verhältnißmäßig weniger Blut als der Mensch enthalten; nur die größten könnten den Menschen übertreffen. Vergleichen wir die nachfolgenden, allerdings nicht ganz sicheren Angaben der früheren Beobachter [1]), so findet sich der von Valentin aufgestellte Satz, daß, je kleiner die Thierart, desto geringer die relative Blutmenge sei, im Ganzen bestätigt; jedoch steht die Vermehrung der Verhältnißzahl nicht in ganz gleichem Verhältniß zu der Vermehrung des Körpergewichts. Das Verhältniß des Bluts zum Körper ist bei der Weinbergsschnecke nach Ermann wie 1:6, nach Carus 1:9,6, bei dem Schaf nach Gasparin 1:10, nach Herbst aber 1:22, bei dem Salamander nach Krimer 1:12, bei dem Ochsen nach Herbst 1:12 (Schultz fand 50 — 110 Pfd.), bei dem Krebs nach Carus 1:13, bei dem Frosch nach Krimer 1:14, nach Herbst 1:16, bei der Eidechse nach Blumenbach 1:14, bei dem Hunde nach Herbst 1:16, ferner nach demselben bei dem Pferde und der Taube 1:18, bei dem Hasen, der Ziege, dem Kalbe, dem Lamme und dem Sperling 1:20, bei dem Schaf und der Katze 1:22, bei dem Esel 1:23, bei dem Kaninchen 1:24, bei der Ente 1:29, bei dem Karpfen nach Krimer 1:30, bei dem Hecht nach demselben 1:32, bei der Henne nach Herbst eben so viel. Von 100 Aalen erhielt Menghini kaum 1 Unze Blut. — Mit diesen Angaben stimmmen Valentin's Berechnungen wenig überein. Sie sind beim Hunde 1:4,5, beim Schaf 1:5,02, bei der Katze 1:5,78, bei dem Kaninchen 1:62. Nach demselben verdienstvollen Anatomen haben die weiblichen Thiere relativ weniger Blut als die männlichen. Mit diesem an Hunden gewonnenen Ergebniß steht die Behauptung von Schultz in Widerspruch, daß eine Kuh von demselben Gewicht wie ein Ochse 40 — 50 Pfd.

[1]) Die Citate finden sich größtentheils bei C. H. Schultz System der Circulation. S. 106.

Blut mehr gebe. — Daß die fetten Menschen blutarm sind, wußten schon die alten Aerzte, und Schultz fand 20 — 30 Pfd. Blut mehr bei einem magern als bei einem gemästeten Ochsen. Hierzu macht jedoch Valentin die Bemerkung, daß fette Körper das Blut mehr in den Haargefäßen zurückhalten als magere.

B. Die Bestandtheile des Bluts bei der mikroskopischen und mechanischen Analyse.

1. Das Blut vor dem Gerinnen.

Das frische Blut besteht im Körper aus einer farblosen, verschiedene Stoffe in Auflösung haltenden Flüssigkeit, in welcher kleine rothe, unter dem Mikroskope sichtbare Körperchen suspendirt sind. Wir handeln von letzteren zuerst.

Blutkörperchen.

Die von Malpighi entdeckten und schon von Leeuwenhoek genau beschriebenen Blutscheibchen, Blutbläschen, Blutzellen, Blutheilchen, Blutpartikelchen, Blutkörnchen untersucht man am besten, wenn man geschlagenes Blut mit etwas Blutwasser verdünnt, oder wenn man ein kleines Stückchen Blutkuchen in Serum ausdrückt. In ganz frischem, noch ungeronnenem Blut sind sie auch wohl ohne Verdünnung erkennbar, falls man nur den Tropfen zwischen zwei Glasplatten zu einer ganz dünnen Schicht vertheilt; sonst nämlich kann man kein einziges Körperchen unterscheiden, weil sie zu dicht an einander liegen. Es sind ihrer so viel im Blute, daß, falls man 20 Pfd. Blut im menschlichen Körper annimmt, ihre Menge in diesem sich ungefähr auf 12 bis 13 Billionen beläuft. Statt des Serums, was freilich das beste Verdünnungsmittel ist, kann man sich auch einer Kochsalzlösung mit etwas Eiweiß, oder nach Bruns einer concentrirten Lösung von kleesaurem Ammoniak mit etwas Eiweiß bedienen. Auch Zucker ist zu diesem Zweck empfohlen worden, jedoch mit weniger Recht. Von der richtigen Beschaffenheit des verdünnenden Mediums hängt es ab, ob man die in ihrer Gestalt sehr leicht veränderbaren Blutkörperchen in ihrer normalen oder in einer von derselben ganz verschiedenen Gestalt zu sehen bekommt. Gerade daß darauf die früheren Beobachter nicht genug Rücksicht nahmen, ist der Grund, warum ihre Darstellungen meist so falsch sind, wie man sich aus Mandl's Abbildungen [1]) überzeugen kann. Uebrigens hat schon Hewson [2]) eine getreue Beschreibung der Blutkörperchen gegeben. In der neuen Zeit haben sich sehr viele Beobachter mit der Untersuchung der Blutkörperchen beschäftigt und sind durch die Benutzung vortrefflicher Mikroskope zu mehr Uebereinstimmung als in früherer Zeit gelangt. Nachdem v. Gruithuisen, G. R. Treviranus, Home und Bauer, so wie Rudolphi von Neuem diese Untersuchung angeregt hatten, folgten unter Andern Prévost und Dumas [3]), Döllinger und

---

[1]) Anatomie microscopique. II. sér. 1. livr. Paris 1838.

[2]) Experimental Inquiries into the properties of the blood. London 1774 — 1777. III. voll. Deutsch. Nürnberg 1700. — Disquisitio experimentalis de sanguinis natura. Opus posthumum. Lugd. Bat. 1785.

[3]) Bibliothèque universelle de Genève. Vol. XVII. (1821). p. 215 u. ff.

Schmidt [1]) Hodgkin und Liſter [2]), J. Müller [3]), Schultz [4]), R. Wagner [5]), ich [6]), Gulliver [7]) und Hünefeld [8]). Eine ausführlichere Literatur dieſes Gegenſtandes und ſpecielle Citate nebſt eigenen Beobachtungen findet man bei E. H. Weber [9]), Burdach [10]), Mandl [11]), Köſtlin [12]) und Bruns [13]). Die ältere Literatur giebt Haller [14]).

Die Blutkörperchen des Menſchen ſind kreisrunde Scheibchen, in der Mitte von beiden Seiten etwas napfförmig vertieft, was bei der Betrachtung der auf dem Rand ſtehenden Scheibchen ganz deutlich wahrgenommen werden kann. Young, E. H. Weber, J. Müller und R. Wagner nehmen dieſe Vertiefung an; nicht ſo Schultz u. A. Dagegen halten Andere die Scheibchen ſogar für durchbohrt, ſo farblos und durchſichtig iſt die vertiefte Mitte. Mandl erklärt dieſen mittlern Eindruck für ein Kunſtproduct. Es müßte aber doch wunderbar zugehen, wenn die Körperchen im kreiſenden Blut platt wären und ſo raſch biconcav würden, daß man bei der ſchnellſten Unterſuchung des ungeronnenen Bluts ſie ſchon als ſolche fände. Die Art und Weiſe, wie ſie im Waſſer aufquellen, zeigt ferner nicht allein, daß ſie biconcav ſind, ſondern auch, daß ſie es höchſt wahrſcheinlich von Natur ſind. Denn die zur Kugel ſich verwandelnden Körperchen behalten noch lange Zeit auf einer oder auf beiden Seiten den Eindruck bei. — In der Mitte der Vertiefung ſitzt häufig ein kleines helles Körnchen oder eine kleine nicht ſcharf umſchriebene Hervorragung, von welcher weiter unten noch näher die Rede ſein ſoll. Die Vertiefung, der farbloſe und durchſichtige Theil des Blutkörperchens beträgt ungefähr die Hälfte des Durchmeſſers des Scheibchens; der umgebende dunkle Ring hat alſo eine Breite von ungefähr ¼ des Durchmeſſers. Er iſt faſt eben ſo dick, denn vier platt an einander liegende Blutſcheibchen bilden einen Cylinder, der faſt dieſelbe Höhe als Breite hat, wenn er von der Seite geſehen wird. Der Rand des Scheibchens iſt etwas abgerundet, nicht ſcharf wie der einer Münze. Die meiſten Säugethiere beſitzen Blutkörperchen, welche denen des Menſchen in der Geſtalt ganz ähnlich ſind. Bei manchen Thieren, wie z. B. bei den Ochſen, Schafen, Schweinen iſt ihre normale Geſtalt ſchwer zu beobachten, weil ſie ſich in der Luft ſogleich verändert; man muß das Blut ganz junger Thiere unterſuchen, wenn man die biconcave Scheibenform finden will. — Nachdem R. Wagner zuerſt die Aufmerkſamkeit auf die Verſchiedenheit der Blutkörperchen bei den Thieren hingeleitet und eine Unterſuchung angeregt hat, die deßhalb ſo intereſſant iſt, weil ſie ein Elementargebilde des thieriſchen Körpers betrifft, das nicht wie Muskel- und Nervenfaſer bei je-

---

[1]) J. Chryſ. Schmidt über die Blutkörner. Würzburg 1822.
[2]) Philos. Magaz. 1827. Deutſch in Frorieb's Notizen Nr. XVIII. S. 241. u. ff.
[3]) Handbuch der Phyſiologie. B. I. Erſtes Buch, erſter Abſchn., erſtes Capitel.
[4]) A. a. O. S. 12 u. ff. — Ueber die Hewſon'ſchen Unterſuchungen der Blutbläschen und der plaſtiſchen Lymphe des Bluts. Leipzig 1835.
[5]) Beiträge zur vergleichenden Phyſiologie des Bluts. Leipzig 1833. — Nachträge Leipzig 1838.
[6]) Unterſuchungen zur Phyſiologie und Pathologie. Bonn 1839. B. II. Heft 1 u. 2.
[7]) London and Edinburgh philos. Magaz. Vol. XVII. p. 139. 325. 327.
[8]) A. a. O.
[9]) Hildebrandt's Anatomie. — Weber. B. I. S. 146 u. ff.
[10]) Lehrbuch der Phyſiologie. B. IV. §. 664 u. ff.
[11]) A. a. O.
[12]) Die mikroſkopiſchen Forſchungen. Stuttgart 1840. S. 52 u. ff.
[13]) Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menſchen. Braunſchw. 1841. S. 36 u. ff.
[14]) De partibus corp. h Vol. III. p. 92.

Digitized by Google

der Thierart gleiche, sondern vielmehr sehr verschiedene Größenverhältnisse zeigt, sind die Wagnerschen Ausmessungen von manchen Seiten, namentlich von Mandl und Owen vervollständigt worden, vor Allen aber von Gulliver, der schon bei einer Reihe von vielen hundert Säugethieren aller Zonen die Blutkörperchen untersucht und gemessen hat. Mit Verlangen sieht man den Resultaten einer geordneten Zusammenstellung dieser noch nicht zum Schluß gebrachten Untersuchung entgegen. In Beziehung auf die Gestalt der Blutkörperchen haben diese Forschungen ergeben, daß bei dem Kameel, Dromedar und Lama (Auchenia Vicugna, A. Paca und A. Lama) die Scheibchen nicht wie bei allen übrigen Säugethieren rund, sondern länglich sind und in der Mitte nicht eine Vertiefung, sondern eine bauchförmige Hervorragung besitzen. Somit findet sich hier ein Uebergang zu den unteren drei Classen der Wirbelthiere. Die Vögel haben nämlich elliptische, länglichovale, in der Mitte gewölbte, in einen scharfen Rand auslaufende Blutkörperchen, die Amphibien ovale, platte, in der Mitte mit einer starken Erhabenheit (Kern) versehene, und die Fische besitzen mit einigen Ausnahmen, wo runde Scheibchen vorkommen (bei den Cyclostomen nach Wagner), ebenfalls länglichplatte, elliptische, in der Mitte dickere. — Bei den wirbellosen Thieren, Mollusken, Würmern und Insecten sind nach R. Wagner die Blutkörperchen granulirt, nicht platt, sondern eiförmig, rundlich und weniger regelmäßig gestaltet als bei den höheren Thieren, so daß sogar verschiedene Formen bei einem und demselben Thier vorkommen. Hünefeld, so wie Theile bestreiten neuerdings das Vorkommen der Blutkörperchen bei Regenwürmern, indem jener die beobachteten als dem Darmkanale gehörig betrachtet; nach Gerber ist die Form derselben bei Spinnen die eines Meniscus. — Bei Helix und Limax haben nach Wagner die Blutkörperchen durchsichtige Hüllen mit granulirtem Kern, der bei den übrigen wirbellosen Thieren fehlt. Auch die von Terebella sind scheibenförmig.

Die Größe der Blutkörperchen bei den Menschen ist im Mittel $^1/_{300}'''$ ($^1/_{277}''' - ^1/_{333}'''$). Die Angaben anderer Beobachter, die man bei Mandl und Köstlin zusammengestellt findet, variiren zwischen $^1/_{140}$ $^1/_{500}'''$. Die von J. Müller ($^1/_{250}$ $^1/_{416}'''$), Wagner ($^1/_{300}$ $^1/_{400}'''$), Owen ($^1/_{3500}''$), Bowerbank ($^1/_{2861} - ^1/_{3617}''$ als Mittel, $^1/_{1861} - ^1/_{4545}''$ als weiteste Grenzen bei verschiedenen Menschen) und Gulliver ($^1/_{3429}''$) kommen mit Ausnahme der weiteren Grenzen den meinigen ziemlich gleich. Bruns will Blutkörperchen von $^1/_{250}'''$ und $^1/_{500}'''$ gefunden haben; ich glaube indessen, daß die Blutscheibchen in unverändertem Zustande selten oder gar nicht so klein sind. Die schon durch die Luft verunstalteten und zu Kugeln verkleinerten Blutkörperchen muß man von der Messung ausschließen.

Bei den Säugethieren scheinen mir die Grenzen in der Größe der Blutkörperchen weiter zu sein als bei den Menschen, so daß das größte das kleinste um das Doppelte übertreffen kann. Wagner hält es für möglich, daß die Größe der Blutkörperchen zu verschiedenen Zeiten bei einem und demselben Menschen wechsele. Sollte aber hier nicht die Verschiedenheit des Mediums leicht täuschen? Vom Embryo ist allerdings bewiesen, daß die Größe seiner Blutkörperchen erstens nicht so gleichmäßig, und zweitens nach E. H. Weber und Wagner im Durchschnitt beträchtlicher ist als bei Erwachsenen. Doch gilt Letzteres nur von ganz jungen Embryonen. Gulliver will sie in 5- — 6monatlichen Früchten kleiner, bei Neugeborenen dagegen größer als bei Erwachsenen gesehen haben. — Die Blutkörperchen der Neger sind nach Wagner vielleicht etwas unbeträchtlich kleiner als die der

Europäer. — Unter den Säugethieren steht der Affe in Beziehung auf Größe der Blutkörperchen dem Menschen sehr nahe. Dieselben sind nur um ein Weniges kleiner. Der Elephant hat unter den Säugethieren die größten nach Schultz; einzelne (ob im Durchschnitt?) noch größere als der Mensch. Man darf aber aus diesen einzelnen Thatsachen nicht folgern, daß nach der Größe der Thierspecies sich auch die der Blutkörperchen richte; die Ausmessungen der genannten Beobachter stehen dieser Vermuthung durchaus entgegen. Eher scheint die Nahrung einigen Einfluß zu haben, indem die Fleischfresser durchschnittlich etwas größere als die Pflanzenfresser, namentlich als die Wiederkäuer besitzen; die Blutkörperchen der Ziegen werden von denen der Menschen in der Größe selbst um $^1/_3$ übertroffen. Die allerkleinsten kommen nach Gulliver bei Tragulus Japonicus vor. Es würde des Raumes wegen nicht rathsam sein, hier eine Uebersicht aller Messungen der Blutkörperchen der Säugethiere zu geben, und würde sogar voreilig sein, aus den bis jetzt nicht geordneten Angaben, die noch fortwährend eine Vervollständigung erfahren, diesen Augenblick allgemeine Gesetze zu abstrahiren, indem wir uns nur noch kurze Zeit zu gedulden brauchen, bis Gulliver seine angekündigte, diesen Gegenstand erschöpfende Schrift erscheinen läßt. — Die Blutkörperchen der anderen Classen der Wirbelthiere sind alle viel größer als die der Säugethiere, nämlich einige mehr als achtmal so lang als die der Menschen. — Unter den Fischen messen bei Squalus und Raja (R. Torpedo) $^1/_{90}'''$, unter den Amphibien bei Proteus anguineus einige selbst $^1/_{30}'''$ in der Länge. Nach Wagner haben die Vögel im Ganzen kleinere als die Amphibien, jene im Durchschnitt von $^1/_{125}$ — $^1/_{150}'''$ Länge und $^1/_{250}$ — $^1/_{300}'''$ Breite, diese, theils (die beschuppten Amphibien) eben so lange und etwas breitere ($^1/_{200}'''$), theils (die nackten Amphibien) beträchtlich längere, von $^1/_{40}$ — $^1/_{110}'''$, bei einer Breite von $^1/_{90}$ — $^1/_{150}'''$. Die der Fische stehen in der Größe denen der Vögel näher als denen der Amphibien. Die Plagiostomen verhalten sich in Hinsicht der Größe ihrer Blutkörperchen zu denen der Knorpelfische gerade wie die der nackten Amphibien zu den beschuppten. Eigenthümlich ist es, daß bei den Vögeln von den verschiedensten Arten sich die Blutkörperchen weit mehr in der Größe einander gleichen, als bei einer und derselben Art von Wirbelthieren. Bei den wirbellosen Thieren wechselt die Größe der Blutkörperchen sehr, sowohl im Allgemeinen als bei einem einzelnen Individuum, im Ganzen zwischen $^1/_{40}$ und $^1/_{100}'''$. In Betreff der einzelnen Arten der Vögel, Amphibien, Fische und wirbellosen Thiere verweisen wir auf die genauen Ausmessungen von Wagner.

Die Blutkörperchen sind in ihrem Bau den sogenannten Zellen der verschiedenen Gewebe des thierischen Körpers sehr ähnlich, so daß sie von den meisten Physiologen denselben ganz gleich gestellt werden. Sie bestehen aus einer in Wasser nicht löslichen Grundlage (Gewebe?), welche von einer wahrscheinlich gelöst'ten oder wenigstens in Wasser leicht löslichen rothen Substanz (Blutroth) nebst etwas Wasser durchdrungen ist, und in deren Mitte ein Aggregat von festen, nicht mit Blutroth verbundenen Körnchen sich befindet. Jene Grundlage ist wahrscheinlich nach außen zu dichter als nach innen, daher der Ausdruck »Zellenmembran« gerechtfertigt werden kann. Die gewöhnlichste Bezeichnung ist »Hülle« (Hülse, legumen), die insofern beibehalten werden kann, als durch sie der Gegensatz zu dem Kern (nucleus) ausgedrückt wird. Die Substanz, welche man zwischen ihm und der Umgränzungshaut gelagert denkt, heißt der Zelleninhalt. Dieser tritt aus,

wenn man das Blutkörperchen mit Waſſer in Verbindung bringt; es bleibt dann noch die farbloſe Grundlage mit dem Kern übrig. Nur mit Mühe gelingt es durch ein gutes Mikroſkop, letztere in dieſem Zuſtande wiederzuerkennen; ſie iſt aber noch vorhanden, denn durch manche Zuſätze kann ſie wieder zum Vorſchein gebracht werden. Sie verändert leicht ihre Form und vermindert leicht ihren Umfang. Wo das Blutkörperchen ſeinen aufgelöſ'ten oder in Waſſer löslichen Inhalt austreten läßt, zieht ſie ſich um den Kern zuſammen, ſo daß ſie dann nur ungefähr die Hälfte der frühern Oberfläche darbietet; zuweilen verändert ſie auch ihre Form, ohne daß der Inhalt des Körperchens ſich vermindert. Denn ich habe berechnet, daß ein normales, ſcheibenförmiges Blutkörperchen von Menſchen ganz denſelben Inhalt beſitzt, als ein durch Salzlöſung ohne Verluſt des Farbeſtoffes allmälig kugelig gewordenes. Es läßt alſo die Umgränzungshaut nicht allein die Flüſſigkeit, welche das Körperchen einſchließt, austreten, ſondern geſtattet auch dem Waſſer den Durchgang von außen nach innen. Die Kugelform entſteht dann ſowohl, wenn das Scheibchen von innen her durch Tränkung mit Waſſer ſich ausdehnt, als auch, wenn es bei Anweſenheit einer fremdartigen Subſtanz, ohne Stoff aufzunehmen oder abzuſetzen, ſich zuſammenzieht. Nach dem Tode zerſetzt ſich der Inhalt des Blutkörperchens; die Form deſſelben wird in einem ſo hohen Grade veränderlich und kann ſich namentlich bei geringer Veranlaſſung ſo ſtark in die Länge ausdehnen, daß man deßhalb an dem Daſein einer äußern Haut gezweifelt hat; daß zu dieſer Zeit wenigſtens jede Spur derſelben, falls ſie überhaupt exiſtirt hat, verſchwunden iſt, unterliegt keinem Zweifel. Der in der Mitte der Hülle gelegene Kern iſt bei den länglichen Blutkörperchen der drei unteren Claſſen der Wirbelthiere meiſt ebenfalls von länglicher, aber auch wohl von rundlicher Geſtalt. In den ſcheibenförmigen Blutſcheibchen, namentlich in denen des Menſchen nehmen Müller, Krauſe; und Andere ebenfalls einen Kern an. Wagner [1]) aber bezweifelt mit Berres neuerdings wieder deſſen Anweſenheit. Freilich findet ſich nicht bei allen, aber doch bei vielen in der Mitte der napfförmigen Vertiefung ein kleines farbloſes glänzendes Körperchen, zuweilen ſtatt deſſelben auch nur eine ſchwache Färbung. Am größten und am zahlreichſten fand ich jedesmal die Kerne in dem Blute der Schwangeren und der trächtigen Hunde. Außer dieſer Spur eines Kerns ſitzen bei der runden Art der Blutkörperchen auch noch Rudimente des frühern centralen, nun aber zerfallenen und vertheilten Kerns (ſiehe unten die Entwickelung der Blutkörperchen) in dem dunkeln, peripheriſchen Ringe, die unter gewiſſen Verhältniſſen, z. B. ſchon durch Zuſatz von Zucker, deutlich hervortreten. Ob der Kern überall farblos ſei, läßt ſich nicht mit Gewißheit entſcheiden; nach der künſtlichen Iſolirung iſt er es. Sein Bau iſt in den elliptiſchen Körperchen überall deutlich körnig; bei den Salamandern enthält er mehre getrennte Körperchen. Seine Größe beträgt im Ganzen $^1/_5 - ^1/_4$ der Länge des Blutkörperchens; bei den Amphibien iſt er ungefähr $^1/_{500} - ^1/_{200}'''$, bei den Fiſchen $^1/_{600} - ^1/_{400}'''$, bei den Vögeln ungefähr $^1/_{500}'''$, bei den Säugethieren $^1/_{1200}'''$ groß. Zuweilen iſt er bei den Menſchen noch etwas größer. Seine Größe wechſelt nach dem Alter des Blutkörperchens: manche junge haben einen ſehr großen, der faſt ſo groß iſt, als ein Lymphkörperchen deſſelben Thiers; manche alte dagegen, und dies iſt ſelbſt bei den Fröſchen, wo der Kern ſonſt ſo deutlich hervortritt, der Fall, beſitzen gar

[1]) Phyſiologie B. I. S. 154.

keine, bestehen bloß aus einer Flüssigkeit haltenden Grundlage. Zuweilen findet man im geschlagenen Froschblute die Kerne von der Hülle getrennt, indem diese an einer Stelle geplatzt ist und einen leeren Raum in der Mitte zeigt. Uebrigens ist der Kern nicht so locker in der Hülle eingeschlossen, daß er nach dem Bersten der Hülle sogleich herausspränge. Manche Physiologen, wie Burdach, Kaltenbrunner, Mandl und Andere, haben die Existenz des Kerns in den Blutkörperchen innerhalb des thierischen Körpers bezweifelt und halten denselben nur für ein Kunstproduct. Auch Wagner ist der Ansicht, daß derselbe sich erst durch Gerinnen bilde. Bruns sucht die Existenz des Kerns zu vertheidigen, und ich stimme ihm bei, wenn ich gleich nicht läugnen will, daß an der vollkommenen Gestaltung desselben auch die Gerinnung außerhalb des Körpers Antheil habe. In dem circulirenden Blute der Frösche erkennt man den Nabel der Blutkörperchen ganz deutlich, und wenn auch nicht selbst den vollständigen Kern, so doch eine mittlere Trübung. Die Entwickelungsgeschichte der Blutkörperchen, das Vorkommen der großen Kerne bei rascher Blutbildung, die Betrachtung der bei den Amphibien so deutlichen Uebergangsstufe der Lymphkörperchen zu den Blutkörperchen lassen keinen Zweifel übrig, daß der Kern schon als eine solide Substanz im kreisenden Blute vorhanden sein müsse. Einige Veränderungen in seiner Consistenz kann er freilich außerhalb des Körpers erfahren, so wie er auch durch Zusätze, z. B. von Wasser, Essigsäure, die ihn deutlicher erkennbar machen, sichtlich einen Theil seiner Masse verliert; daß er von der Hülle und dem Inhalte derselben chemisch verschieden ist, wird Niemand in Abrede stellen können. Da er bei den Fröschen zuweilen ganz homogen und blaß ist, so könnte es fast scheinen, als sei er hohl, d. h. mit Flüssigkeit ausgefüllt. — Ueber seine chemische Zusammensetzung ist schwer etwas zu ermitteln. J. Müller und später J. F. Simon haben ihn für Faserstoff erklärt, indem er durch Alkalien und Essigsäure aufgelöst werde. Indessen lösen ihn die ersteren nicht so rasch als Faserstoff auf, Kali causticum nur unvollständig, und die letztere höchst langsam. J. Vogel hält ihn für durchaus unlöslich in Essigsäure, und deßhalb nicht für Faserstoff, sondern für geronnenes Eiweiß. Bei allen diesen Versuchen ist zu bedenken, daß man nie die Kerne von den ausgewaschenen Hüllen der Blutkörperchen isoliren kann, also das Resultat nicht ganz rein sein kann. Dieser Einwurf ist auch gegen Maitland [1]) zu machen, welcher das Nuclein sogar quantitativ messen will, indem er den aus der Vergleichung des Gewichts des durch Schlagen der einen ungeronnenen und des durch Auswaschen der andern geronnenen Blutportion erhaltenen Faserstoffs sich im ersteren ergebenden Gewichtsüberschuß für Nuclein ansieht. Abgesehen davon, daß diese Differenz zwischen den beiden auf diesen verschiedenen Wegen gewonnenen Faserstoffsmengen nicht constant ist, und man bei Wiederholung dieser vergleichenden Versuche bald mehr Faserstoff auf dem einen Wege, bald mehr auf dem andern erhält, bleiben in dem Faserstoff beim Schlagen des Bluts nicht bloß die Kerne, sondern auch die Hüllen stecken, so daß also der Name Nuclein sehr unpassend ist. — Da bei den Menschen und Säugethieren der Kern in den Blutkörperchen so höchst unbeträchtlich ist, so gilt dasjenige, was man von der chemischen Natur der Kerne gefunden hat, hauptsächlich von der Grundlage der Blutkörperchen, die demnach aus Faserstoff gebildet

[1]) An experimental essay on the Physiology of the blood. Edinburgh 1838. p. 27.

sein muß. Die Kerne selbst bestehen entweder gar nicht, oder nur zu einem Theil aus diesem Stoffe. Ich habe schon früher [1]) nachgewiesen, daß die Körner in den Kernen der elliptischen Blutkörperchen Fettpartikelchen sind, und Hünefeld hat auch von den Kernen der anderen Blutscheibchen gezeigt, daß das Fett der Hauptbestandtheil derselben ist. Außer Aether wandte er zur Prüfung auch Terpentinöl und Schwefelkohlenstoff an. Kalter Alkohol und Essigäther verändern den Kern fast gar nicht. Bei dem Verbrennen, bei der Anwendung der galvanischen Säule, so wie gegen Galle verhält sich der Kern völlig wie Dotter. Mit dem Fett ist etwas Eiweiß verbunden.

Der Farbestoff des Bluts hat überall mit Ausnahme der wirbellosen Thiere (Blutigel, Mollusken, Krebs, Auster) seinen Sitz in dem Blutkörperchen. Ob er auch die Umgränzungshaut tränkt, ob er ebenfalls im Kern zu einer sehr geringen Menge sich vorfindet, bleibt unentschieden. Nicht überall ist seine Menge gleich; sie wechselt sowohl nach der Thierart als nach dem Alter des Blutkörperchens. Die Säugethiere besitzen die dunkelsten Blutscheibchen; unter den Hausthieren hat das Schwein und dann der Ochs die röthesten, die Ziege und das Kaninchen die blassesten. Schon bei den Vögeln ist die Farbe weniger intensiv; noch schwächer ist sie bei den Amphibien und am schwächsten bei den Fischen. Es entspricht somit die Farbe des Fleisches der Röthe der Blutkörperchen. — Ferner steht bei einem und demselben Thiere die Röthe des Blutkörperchens im umgekehrten Verhältniß zu der Größe des Kerns. Daher die jüngeren Körperchen blasser sind als die älteren. Schultz [2]) und ich sind in dieser Beziehung zu derselben Ansicht gelangt. — Es ist am wahrscheinlichsten, daß der Farbestoff nicht geronnen, sondern im gelöst'en Zustande von den Blutzellen eingeschlossen wird. Man sieht kein Körnchen zwischen Kern und Rand der Hülle, und mit der größten Schnelligkeit wird das Blutroth durch Zusatz von Wasser vollständig aufgelöst. Essigsäure, die es bei mäßiger Wärme coagulirt, zieht es nur zum Theil aus. Bald hat man außer Blutroth noch Eiweiß (Le Canu, Hünefeld), bald noch Plasma (Wagner, Mandl), bald noch reines Wasser (Maitland), bald noch Luft (Schultz, Berres) als fernern Inhalt des Blutkörperchens angegeben. Ich glaube indessen, daß die Beweise für diese Annahmen alle mangelhaft sind. Wenn Plasma oder Serum die Blutkörperchen tränkte, so müßte die Analyse der Blutkörperchen auch die Salze des Blutwassers nachweisen. Nach Berzelius liefert aber die Asche derselben kein Kochsalz, wiewohl dies das hauptsächlichste Salz des Bluts ist, sondern bloß Spuren von kohlensaurem Natron. Dies ist höchst wahrscheinlich mit dem Blutroth verbunden, und somit kann das Blutkörperchen nur mit reinem Wasser getränkt sein. Die Behauptung von Schultz ist wichtig genug, um noch näher besprochen zu werden. Die Bläschen sollen nach ihm hohl sein und Luft enthalten. Daß die vom Farbestoff befreiten specifisch leichter als Wasser sind, zeigt der Versuch keineswegs, nur einzelne halten sich oben im Wasser; jedoch könnte dies in Folge ihres Gehaltes an Fett geschehen, das nicht vom Wasser aufgenommen wird. Enthielten die Blutkörperchen Luft, so müßten sie aber bei dem Schütteln mit verschiedenen Luftarten zusammenfallen und sich ausdehnen, je nachdem man sie mit einer specifisch leichtern oder schwerern Luftart schüttelte. Dies findet jedoch nicht Statt. Auch kann man, wie Haller schon angiebt, das Blut er-

[1]) Untersuchungen. Bd. II. S. 95.

[2]) Hufeland's Journal. Jahrgang 1838. Heft IV. S. 6.

wärmen, ohne daß das Volumen der Körperchen sich ändert; nach Simon kann man die durch Essigsäure bei der Wärme des Brütofens im Wasser unauflöslich gewordenen Blutkörperchen sogar kochen, ohne daß sie ihre Gestalt verändern. Ferner ist nicht recht einzusehen, warum die durch Kochsalz sich zusammenziehenden und zur Kugel abrundenden Hüllen nicht doch wenigstens etwas Luft durchlassen sollten, was aber, wie ich geprüft, nicht der Fall ist. Damit soll nun keineswegs gesagt sein, daß nicht eine gewisse Quantität Luft in der von den Blutscheibchen enthaltenen Flüssigkeit diffundirt sein könne. — Der Kern sitzt in der Hülle fest, auch selbst dann noch, wenn das Körperchen durch Wasser in eine Kugel verwandelt worden. Die Beweglichkeit, das sogenannte Rollen des Kerns in derselben, muß ich für eine Täuschung halten. — Man hat ferner behauptet, daß im Innern der Hülle Scheidewände sich vorfänden, und Hünefeld nimmt bei den Fröschen 8—12 derselben an. Allerdings hat dies zuweilen so den Anschein, allein man kann sich hier nicht genug vor Täuschung hüten; das, was man für Scheidewände hält, können auch Falten der Hülle sein. Auch in den Blutkörperchen der Menschen schrumpft diese unter gewissen Umständen ein, und es bilden sich um den mittlern hellen Kreis 8—10 kleine Höckerchen. Die specifische Schwere der Blutkörperchen ist größer als die des Blutwassers, und da die dunkelen rascher zu Boden sinken als die blassen, so bestimmt wahrscheinlich der Inhalt an Farbestoff das specifische Gewicht derselben. Eben so muß aber der Fettgehalt hieran Antheil haben. — Außer, daß er die specifische Schwere vermehrt, trägt der Farbestoff auch noch dadurch zu einem raschern Sinken der Blutkörperchen bei, daß er die Neigung zur Vereinigung befördert. Fast immer kleben die dunkeleren Blutkörperchen schneller und zahlreicher an einander, als die blasseren. Die Blutkörperchen der Menschen und mancher Säugethiere verbinden sich wie Münzen mit einander zu Rollen oder Säulen, die dann wieder an ihren Enden zusammenstoßen. Durch welche Ursache diese Eigenschaft, welche ich schon früher der Aufmerksamkeit der Physiologen und Pathologen empfohlen und späterhin ausführlicher beschrieben habe, bald vermindert, bald vermehrt wird, werde ich späterhin bei der Entstehung der Faserhaut, die zum größten Theil der Vermehrung dieser Neigung zur Vereinigung ihre Entstehung verdankt, näher angeben. Bei keinem Thiere tritt sie stärker hervor als bei dem Pferde. Bei der Katze ist sie ebenfalls sehr deutlich; bei dem Schafe, der Ziege, dem Rinde, dem Maulwurf und dem Kaninchen ist sie dagegen sehr gering, weßhalb sich denn in dem geschlagenen Blute dieser Thiere der Cruor immer nur sehr wenig unter die Oberfläche des Blutwassers senkt. Indessen kommen hier in Krankheiten Ausnahmen vor. So sah ich z. B. einmal im Blute eines an innerer Eiterung sterbenden Kaninchens die Neigung zur Vereinigung ganz auffallend vermehrt. Es ist die Neigung der Blutkörperchen, sich mit einander zu verbinden, um so auffallender, da sie gegen andere Körper wenig Klebrigkeit zeigen, namentlich wenn man sie mit den Lymphkörperchen des Bluts vergleicht, welche leicht an der Glasplatte ankleben und, wie Ascherson dargethan, ein ganz ähnliches Verhalten gegen die Wandungen der Gefäße beim Kreislaufe zeigen. — Die Elasticität der Blutkörperchen, von welcher Leeuwenhoek spricht, ist nicht unbeträchtlich. Wagner empfiehlt, um dieselbe wahrzunehmen, die Untersuchung der Circulation in den zwischen zwei starken Glasplatten gepreßten Lungen des Salamanders. Man sieht hier die Scheibchen sich biegen und ihre frühere Lage wieder annehmen. Nach Bruns dehnen sie sich um das

Drei- bis Vierfache unter dem Quetscher aus und ziehen sich bei nachlassendem Drucke wieder zusammen. Dies läßt sich schwerlich mit der gewöhnlichen Annahme einer Zellenmembran vereinigen.

Es ist schon oben erwähnt, daß die Blutkörperchen sehr veränderbar sind. Die bloße Einwirkung der atmosphärischen Luft reicht schon dazu hin. Besonders geht im Sommer bei anhaltender Hitze die Veränderung rasch vor sich. Wahrscheinlich hat die Zersetzung des Blutwassers hieran wesentlichen Antheil. Am raschesten und stärksten verändern sich die Blutkörperchen von Ochsen und Schweinen; sie werden höckerig und eckig, zuletzt ganz kugelig; dann folgen die der Schafe. Die der Kaninchen kerben sich auch an den Rändern ein, eben so, doch seltener die der Hunde und Katzen. Merkwürdig ist es, daß dagegen die Blutkörperchen anderer Thiere, z. B. der Fledermäuse, in einem mindern Grade auch die der Katzen, ohne höckerig zu werden, aufquellen, das heißt in der Dicke zunehmen, in den anderen Dimensionen aber abnehmen. Auch die der Ziegenlämmer verhalten sich so, zuweilen auch die der Ziegen; im Ganzen werden letztere mehr länglich, etwas dreiseitig. Der Mensch besitzt Blutkörperchen, die nicht so leicht, bevor die Fäulniß nicht eintritt, ihre Gestalt verändern und höchstens mit der Zeit sich etwas einkerben. Auch beim Hunde ist die Neigung zur Veränderung nicht sehr groß. Ich vermuthe, daß der Gehalt an gerinnbarem Fett in den Blutkörperchen und der an Salzen im Blutwasser diese Verschiedenheit in der Veränderung bedingt. Bei den elliptischen Blutkörperchen ist die Veränderung wenig auffallend. — Interessant ist es, daß die Blutkörperchen der jüngeren Thiere durch die atmosphärische Luft veränderbarer sind, als die der ausgewachsenen; namentlich ist zwischen denen der Kälber und denen der Ochsen der Unterschied unverkennbar. Da die ausgeathmete Kohlensäure zum Theil sich aus den Blutkörperchen entwickelt, und der Sauerstoff an denselben haftet, wie weiter unten gezeigt werden soll, so könnte die geringe Intensität des Athmens der jungen Thiere mit jener Erscheinung in Verbindung stehen.

Man hat eine Menge von Substanzen mit den Blutkörperchen in Verbindung gebracht, um aus deren Wirkung auf die Veränderung der Gestalt und Masse den Bau und die Bestandtheile dieser zu erkennen. Müller hat das Verdienst, diese mikroskopische Analyse in Aufnahme gebracht zu haben. Sie ist von mehren Physiologen verfolgt worden, so noch neuerdings von Hünefeld. Ich habe besonders ausführlich die Wirkung derjenigen Stoffe beschrieben, die vielleicht in Krankheiten auf das Blut einzuwirken im Stande sind.

Das Wasser bringt im ersten Grade der Einwirkung auf die runden Blutkörperchen ein Aufquellen derselben hervor, macht dieselben zuerst napfförmig, indem die eine Fläche hervorgetrieben wird, nachher kugelig, indem auch die concave Fläche sich nach außen hin umstülpt; in dem zweiten Grade (5 Theile Wasser auf 1 Theil Blut) zieht es den Farbestoff aus, so daß die kleinen Kugeln anfangs grau werden, und die blassen Hüllen nachher schwer erkennbar sind, ohne (wie schon Prévost und Dumas angaben) ganz zu verschwinden. Die elliptischen Blutscheibchen erlangen nie die vollständige Kugelform, bleiben mehr oder weniger linsenförmig. Anfangs bekommen manche Runzeln, Risse, manche verlieren dabei ihren Kern. Die ferneren Formveränderungen sind bei ihnen äußerst mannigfaltig. Obgleich die Blutkörperchen der Embryonen, wie Schultz zuerst gefunden, sehr empfindlich gegen Wasser sind, so zeigen doch die jungen, den Lymphkörperchen ähnli-

chen der erwachsenen Thiere ein entgegengesetztes Verhalten; denn je dicker der Kern in ihnen ist, desto weniger stark ist die Wirkung des Wassers. — Die Körner des Kerns mancher Blutkörperchen (z. B. bei der Kröte) zertheilen sich im Umfang des farblos gewordenen Bläschens; bei anderen löst der Kern sich ab, und das Körperchen zeigt an einer Seite einen Substanzverlust. Bei den runden Körperchen scheint er sich ebenfalls zu zertheilen. Außer durch Jodine (nach Schultz) lassen sich auch durch Salze die entfärbten Hüllen wieder erkennbar machen, besonders durch Metallsalze, z. B. durch Sublimat (nach Gulliver), oder auch durch essigsaures Blei. Nimmt man ein Stück frischen Blutkuchen von einem Menschen oder einem Säugethiere und wäscht die Blutkörperchen aus, so daß unter dem Mikroskop keine bestimmte Formen mehr zu erkennen sind, setzt dann essigsaures Blei zu, so sieht man die Hüllen wieder ganz deutlich. Auch Kohlensäure macht sie in jenem Zustande wieder etwas trüber, undeutlicher. — Berechnet man den Umfang des Blutkörperchens vor und sogleich nach der Behandlung mit Wasser, also den des Scheibchens und der Kugel, so ergiebt sich, daß derselbe nicht abgenommen hat; nur durch Jodine schrumpft die Hülle, wie aller Faserstoff, etwas ein. Der Inhalt des Körperchens ist auch nach dieser Einschrumpfung noch beträchtlicher als vorher, so daß es also keinem Zweifel unterliegt, das Blutkörperchen nehme mehr Raumtheile Wasser auf, als der Verlust an Farbestoff beträgt.

Die Essigsäure ist im verdünnten Zustande ein kräftiges Lösungsmittel für den Farbestoff. Die Hülle der runden Blutkörperchen schrumpft ein und verschwindet nach und nach, so daß die bloßen Kerne übrig bleiben. An dem Kerne der elliptischen findet man die noch etwas Farbestoff einschließende, zusammengezogene Hülle wieder. Setzt man geschlagenes Blut mit einigen Tropfen Essigsäure der Temperatur von 30° R. aus, so werden, wie dies Simon zuerst gefunden, die Blutkörperchen mit Beibehaltung ihres größten Theils von Farbestoff für das Wasser unlöslich.

Die Mineralsäuren wirken nach dem Grade ihrer Concentration sehr verschieden. Bei geringerem Grade ihrer Einwirkung bleiben die runden Blutscheibchen auf der Mitte ihrer Umwandlung in Kugeln stehen, ohne ihren Farbestoff gänzlich verloren zu haben. Die Zusammenstellung der über die Einwirkung der Säuren auf die Blutkörperchen angestellten und unter sich nicht übereinstimmenden Beobachtungen sehe man bei Köstlin [1]).

Die Alkalien, die kaustischen sowohl als die kohlensauren, wirken in verdünntem Zustande wie Wasser, in stärkerem lösen sie die Kugeln auf. Das doppeltkohlensaure Natron hat eine gleiche, jedoch etwas schwächere Wirkung. Das Blut mit elliptischen Körperchen wird durch die Alkalien gallertartig. — Auch Kalkwasser ist ein starkes Lösungsmittel; kaustischer Kalk zerstört die Blutscheibchen vollständig.

Durch Kochsalz schrumpfen die runden Blutkörperchen ein, kerben sich, werden zackig oder körnig, bei einer stärkern Einwirkung ziehen sie sich in die Länge und schlagen ihre Ränder um. Am Ende werden sie zu Kügelchen, die kleiner sind, als die durch Wasser oder Alkalien hervorgebrachten. Das Blut der verschiedenen Säugethiere verhält sich nicht ganz gleich gegen Kochsalz. Die Körperchen des Hundes werden z. B. sehr rasch zu höckerigen Kügelchen umgewandelt, die des Kalbes nur zum Theil und nur wenig. Diejenigen, welche sich in einem und demselben Blute weniger verändert

[1]) A. a. O. S. 60 und 61.

zeigen, halte ich für die jüngeren. Die elliptischen Blutkörperchen schrumpfen durch das Kochsalz gleichfalls ein; einige werden platter, eckig, dunkeler; andere, die jüngeren nämlich, quellen auf und verlieren in einer concentrirten Lösung allen Farbestoff; ihr Kern zerfällt in Körner, die sich in der Hülle vertheilen. Das Blut bekommt dann eine schleimige Beschaffenheit. Diese fehlt bei dem Blute mit runden Blutkörperchen; im Ganzen ist aber die Wirkung des Salzes auf Gestaltsveränderung bei letzteren größer als bei den elliptischen. Durch eine sehr concentrirte Kochsalzlösung läßt sich aus diesen, nicht aber aus jenen aller Farbestoff ausziehen. Es ist dies auffallend, weil angenommen wird, daß das Kochsalz die Auflösung des Blutes hindere. Schultz behauptet, daß dies nur auf eine mechanische Weise geschehe, wahrscheinlich durch Verdichtung der Oberfläche der Hülle. Der Blutfarbestoff selbst ist in einer sehr concentrirten Lösung von Kochsalz recht gut auflösbar, denn bei ganz mäßiger Wärme eingetrocknetes Blut giebt seinen Farbestoff eben so gut an jene Lösung wie an reines Wasser ab. Ich vermuthe, daß das Kochsalz deßhalb den Farbestoff aus den elliptischen Blutkörperchen und nicht aus den runden auszieht, weil es verschieden auf das Eiweiß beider Blutarten wirkt. Nur wo das Eiweiß niederschlägt, indem es das Blut schleimig macht, ist das Wasser des Serums auch selbst bei Anwesenheit von viel Kochsalz im Stande, auf den Farbestoff einzuwirken. — Nach der von mir angestellten Berechnung verändert das runde Blutscheibchen der Menschen, welches seinen Gehalt an Farbestoff ungeachtet der Beimischung des Kochsalzes beibehält, wohl seinen Umfang, aber nicht seinen Inhalt, wenn es durch die Einwirkurg des Salzes zu einem Kügelchen von 0,00016″ umgestaltet wird. Es ist somit dieser Vorgang nicht durch Veränderung des Inhaltes, wie bei der Einwirkung des Wassers, sondern lediglich durch Zusammenziehung der Hülle zu erklären. Merkwürdig ist die Wirkung des Kochsalzes in Verbindung mit Ammoniak. Die runden Blutscheibchen werden bei einem bestimmten Mischungsverhältniß zu Oroiden, deren Längenachse größer als der Durchmesser des Blutscheibchens ist, umgewandelt. Auch bei Mischung des Bluts mit faulendem Eiter findet man zuweilen diese merkwürdige Gestaltsveränderung. — Dem Kochsalz ähnlich wirkt Zucker. — Die übrigen Salze, welche das Eiweiß nicht zum Gerinnen bringen, wirken bald mehr wie das kohlensaure Alkali oder wie eine verdünnte Säure, bald mehr wie das Kochsalz.

Durch Aether werden die Blutkörperchen der Menschen mit der Zeit kleiner, blasser, und verschwinden sogar bis auf die Kerne. Ich habe schon früher gefunden, daß der Farbestoff zum Theil durch Aether ausgezogen wird und nachher im Wasser nicht mehr löslich ist. Bei den Amphibien, wo der Körper viel größer und granulirt ist, sieht man denselben bei Einwirkung des Aethers blasser werden und seine Körner verlieren. Diese bestehen also aus Fett, das auch in dem abgeschütteten Aether sich wieder findet; zugleich wird das ganze Blutkörperchen durch Aether blasser. Weingeist löst die Blutkörperchen nicht auf. — Durch anhaltendes Schütteln mit Oel zerfallen zuweilen die Blutkörperchen.

Unter den thierischen Flüssigkeiten verändern die eiweißhaltigen und zugleich fetthaltigen die Blutkörperchem am wenigsten. Das verdünnte Eiweiß ohne Kochsalz wirkt durch seinen Gehalt an Alkali stärker zerstörend ein als bloßes Wasser. Auch eine Auflösung von Gummi (etwa 1 Theil auf 10 Theile Wasser) vermag nicht die Integrität der Blutkörperchen zu erhalten, falls sie nicht mit Kochsalz versetzt ist, und zwar muß die

hinzugefügte Kochsalzlösung sehr saturirt sein, damit das Gummi nicht die Blutkörperchen zu Kugeln umwandelt. Eine Lösung von 1 Theil auf 10 neutralisirt die Wirkung der Gummilösung noch nicht. Aus diesen Versuchen, so wie aus der Löslichkeit des vom Serum getrennten Blutroths in einer Kochsalzlösung geht deutlich hervor, daß nicht das Eiweiß oder das Kochsalz für sich allein, sondern nur beide zusammen die Auflösung der Blutkörperchen im Serum verhindern. Sobald einer der beiden Bestandtheile in der Flüssigkeit mangelt, tritt das Blutroth aus den Blutkörperchen aus. Auch Urin bindet, wenn er nicht gar zu wässerig ist, ebenfalls den Farbestoff. Der reine Harnstoff zersetzt jedoch die Blutkörperchen nach Hünefeld. Galle wirkt wie Alkali oder Seife, macht die Blutkörperchen des Menschen anfangs kugelig und löst sie auf, wenn sie ohne Serum mit den Blutkörperchen vermischt wird. Erwärmte Galle, besonders Hühnergalle, löst selbst die Kerne der Blutkörperchen auf.

Hünefeld hat die Auflösbarkeit, weniger die Gestaltsveränderung der Blutkörperchen durch eine große Menge von Substanzen geprüft. Es fehlen aber leider die Angaben über die Stärke der Zusätze, und es unterliegt hier keinem Zweifel, daß diejenigen, welche diese Versuche wiederholen, mit Hünefeld in Widerspruch gerathen werden, weil von der Stärke der Zusätze sehr Vieles abhängt. Die Säuren, mit Ausnahme der Essigsäure, welche wie die Alkalien auch den Kern (jedoch erst nach und nach) angreift, lösen nach ihm die Blutkörperchen nur bis auf die Kerne auf. Unter den Salzen wirken eben so die kohlensauren Chlorsalze (namentlich Salmiak) und die essigsauren Metallsalze; die übrigen wirken erst nach und nach. Durch die sich entwickelnde Säure lösen auch Phosphor, Chlor, und Jod die Blutkörperchen auf.

Nun bleibt noch die Wirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffs auf die Blutkörperchen zu erwähnen übrig. Müller läugnet zwar jede Wirkung, indessen hat schon Schultz dieselbe erwiesen, und ich stimme ihm in der Hauptsache bei. Nach sehr häufiger Wiederholung dieser Beobachtungen bin ich zu dem Resultate gelangt, daß die runden Blutscheibchen durch Kohlensäure in der Mitte sich trüben, einen etwas breitern Farbestoffring bekommen, dunkler und etwas dicker werden, wenigstens auf einer Seite, und stärker zusammenkleben. Eine gerade entgegengesetzte Wirkung zeigt der Sauerstoff; die vertiefte Stelle des Blutscheibchens wird gleichmäßiger hell, der Farbestoffring schmaler, der Uebergang von diesem zu jenem aber weniger schroff. Eine Differenz in der Größe wage ich nicht zu behaupten. Zu den Versuchen mit elliptischen Blutkörperchen sind die der Frösche weniger geeignet, als die mehr veränderbaren der Vögel. Hier findet man zwischen den mit Sauerstoff und den mit Kohlensäure stark inprägnirten Unterschiede, die mit den so eben bei den runden erwähnten übereinstimmen. Das letztere Gas nämlich macht die Blutkörperchen weniger scharf umschrieben (ob nur durch Trübung des Serums?), schmaler, ein klein wenig dicker und, was am wichtigsten ist, bewirkt, daß die vom Kern herrührende Trübung in der Mitte des Körperchens sich mehr ausdehnt und dabei ihre umschriebene Form verliert. Das ganze Körperchen ist also trüber und dunkler (röther) geworden. Dabei bleibt es leichter an einem andern kleben.— Durch anhaltendes Schütteln mit Wasserstoffgas färbt sich das Blut ebenfalls dunkler, und die Blutkörperchen erscheinen trüber als vorher, aber die Umrisse sind schärfer und die Breite größer als bei den mit Kohlensäure behandelten.

Die spontane Zersetzung der runden Blutkörperchen durch Fäulniß ist

der durch Wasser am ähnlichsten. Sobald das Eiweiß sich zersetzt, löst sich das Blutroth in Serum auf. An den sich verkleinernden Blutkörperchen treten seitliche Körner hervor, die schon Leeuwenhoek genau beschrieben hat. Zuletzt werden die Hüllen und Kerne von Vibrionen verzehrt. An den elliptischen derberen Körperchen, und namentlich an denen der Frösche haben nach Magendie diese Thierchen weniger Wohlgefallen. — In den Leichen erleiden die Blutkörperchen eine solche Veränderung, daß man gar nicht im Stande ist, sie wieder zu erkennen. Sie kleben zusammen und verändern bei jeder Ortsveränderung auch ihre Gestalt: namentlich dehnen sie sich außerordentlich in die Länge aus. Von dem mittlern Eindrucke ist dann keine Spur mehr vorhanden. Es wäre sehr wichtig für die gerichtliche Medicin, wenn es gelänge, die an der Luft eingetrockneten Blutkörperchen durch Zusatz von Flüssigkeit wieder so herzustellen, daß man unterscheiden könnte, ob ein fraglicher Blutfleck von Menschen oder von einem Thiere herrühre. Dies ist aber unmöglich. Ich habe hierüber vielfach, aber vergeblich experimentirt. Nur das Eine läßt sich bestimmen, ob die aufgeweichten Rudimente der Blutkörperchen von runden oder elliptischen herstammen.

Die Blutkörperchen haben also eine complicirte Structur und Zusammensetzung, indem sie nicht bloß aus Eiweiß und Blutroth, sondern auch aus Fett und Faserstoff bestehen. — Wer wie Raspail die Blutkörperchen für weiter nichts als für ein Eiweißpräcipitat hält und den Kern als ein Product der Auflösung erklärt, stellt sie zu tief. Dieser Ansicht steht eine andere entgegen. Nach Turpin ist jedes Blutscheibchen als ein organisirter, mit einem Mittelpunkt der Auffaugung, Assimilation und des Wachsthums versehener und mit einer bestimmten Lebensdauer begabter Körper zu betrachten. Sehr hübsch paralleliſirt Hünefeld die Blutkörperchen mit einem Vogelei; der Kern, welcher aus Fett und Eiweiß besteht, ist der Dotter mit seiner Haut; rings umher liegt in Zellen (?) dem Eierweiß ähnlich das Blutroth, eingeschlossen von einer Hülle, welche der Eihaut gleichkommt. — Die meisten Physiologen, namentlich Schwann, stellen das Blutkörperchen der Zelle der thierischen Gewebe gleich; Valentin hält dieselben jedoch nur für Zellenkerne. Mir scheinen sie ihrer Entwickelung nach mehr jenen als diesen vergleichbar (s. unten »Entwickelungsgeschichte der Blutkörperchen«). Von der Ansicht, die Czermack, Treviranus, Mayer und Andere aussprachen, daß das Blutkörperchen eine eigenthümliche Bewegungskraft besitze (nach Eber und Mayer soll es sogar ein Infusorium sein), ist man jetzt fast allgemein zurückgekommen. Emmerson und Reader[1]) nahmen dieselben jedoch noch neuerdings an. Aber erst 5—6 Tage, nachdem das Blut aus der Ader gelassen, sollen diese spontanen Bewegungen bei Verdünnung mit destillirtem Wasser beginnen. Entweder haben sie die Infusorien, welche die Blutkörperchen in Bewegung setzen, übersehen, oder die Bewegungen, besonders die Kreisbewegungen, waren Folge der Imbibition des Wassers. Ich habe dieses Phänomen schon früher beobachtet und beschrieben. Neuerdings hat auch noch Barry am 4. Juni der Londoner Akademie mitgetheilt, daß nach dem Tode des Thieres die Blutkörperchen in Bewegung gerathen und schnelle Formveränderungen, die den Zuckungen ähnlich sein sollen, erleiden. Ich weiß nicht recht, was Barry damit meint, wahrscheinlich aber nur ein Phänomen, daß durch Imbibition verursacht worden.

[1]) Edinburgh Journal, April 1836.

Außer den Blutkörperchen trifft man im Blute, besonders im geschlagenen Blute noch verschiedene andere mikroskopische Bestandtheile an.

Viele Beobachter erwähnen der freien hüllenlosen Kerne im Blute, besonders in dem der Amphibien. Allerdings kommen dergleichen vor, wenn man das Blut geschlagen oder gerieben hat, um den Faserstoff zu isoliren, wobei die an demselben klebenden Hüllen zerreißen und den Kern ausschlüpfen lassen. In dem mit Wasser versetzten Blute übersieht man ferner leicht die noch die Kerne umgebenden fast unsichtbar gewordenen Hüllen und hält irrthümlich jene für ganz frei. Auch in dem Blute mit runden Scheibchen können nach Zersetzung der Hüllen die Kerne frei werden. Was jedoch von vielen Beobachtern für Kerne gehalten wird, sind von diesen ganz verschiedene Dinge. Außerordentlich häufig sind die Lymphkörperchen der kleinern Art, die man regelmäßig im Blute antrifft, für Kerne angesehen worden, nicht allein im Blute der Vögel und Amphibien, sondern auch in dem der Menschen und Säugethiere. Zweitens werden gewöhnlich die in Kügelchen verwandelten Blutscheibchen, von denen sogleich noch näher die Rede sein soll, für freie Kerne gehalten, besonders von denjenigen, welche den ganzen hellen Kreis in den Blutkörperchen den Kern derselben nennen. So erwähnt z. B. Gerber [1]) $^1/_{400}$‴ große freie Kerne im Blute der Säugethiere, welche wahrscheinlich dieser Natur sind.

Die Lymphkörperchen gehören zu den wesentlichen Bestandtheilen eines jeden Bluts. Müller [2]) hat zuerst auf ihr Vorkommen im Blute der Frösche aufmerksam gemacht. Wagner beschrieb sie genauer und fand ihr numerisches Verhältniß zu den Blutkörperchen wie 1 : 5. Sie kommen im Blute eines jeden Thieres vor. Ich habe sie bei allen Hausthieren, vielen Vögeln, Amphibien und Fischen gemessen und chemisch untersucht. Sie unterscheiden sich so wenig von den farblosen Kügelchen der Lymphe und des Chylus (siehe darüber Artikel »Lymphe«), daß man sie deßhalb für die dem Blute beigemischten Lymph- und Chyluskörperchen halten kann. Ihre Gestalt ist nicht ganz sphärisch, zuweilen mehr länglich oder mehr linsenförmig (Wagner). Sie sind farblos, feinkörnig, glänzend, brechen das Licht stark, lösen sich nicht im Wasser, aber wohl in Ammoniak auf, zerfallen durch Essigsäure in Hülle und Kern. Sie vereinigen sich nicht mit den Blutkörperchen, aber wohl unter sich zu Haufen und bleiben auch am Eiweiß, womit das Blut geschüttelt wird, hängen. Mandl versichert, daß sie in jeder Hinsicht den Eiterkörperchen gleichen. Auch Donné [3]) hatte sie schon mit Eiterkörperchen verglichen, aber sie mit den durch Wasser in farblose Kügelchen umgewandelten Blutkörperchen verwechselt und sie deßhalb für bloße farblose Hüllen erklärt. — Der Ansicht einiger neuern Forscher zu Folge sollen diese farblosen Kügelchen des Bluts nicht wirkliche Lymph- und Chyluskörperchen, sondern Producte des Serums sein (Gluge, E. H. Weber, Valentin [4]). Mandl [5]) geht sogar so weit, zu behaupten, daß sie sich erst aus dem geschlagenen Blute bilden, wie er sich bei den mikroskopischen Beobachtungen überzeugt haben will. Dies ist aber eine Täuschung. Die Kügelchen kommen unter dem Mikroskop erst nach und nach zum Vor-

[1]) Handbuch der allg. Anatomie. Bern, Chur und Leipzig. 1840. S. 35.
[2]) Burdach's Physiologie. Bd. IV. S. 108.
[3]) Archives générales. Août 1836. p. 459.
[4]) Repertorium 1839. p. 362.
[5]) L'Expérience. Janv. 1839.

schein, weil sie vorher durch die Blutkörperchen verdeckt worden, von denen sie sich aber trennen, sobald diese sich zu Säulen oder Haufen vereinigen. Eben so sammeln sie sich allmälig an der Oberfläche des geschlagenen Bluts mit der Zeit in immer größerer Menge an. Ihr Fettgehalt bedingt ihre größere specifische Leichtigkeit. Mandl's zweiter Beweisgrund ist ebenfalls nicht triftig. Wenn er das Blut von Fröschen durch Papier filtrirte, so fand er im Filtrat farblose Kügelchen, aber keine Blutkörperchen. Eiterkügelchen gehen aber nicht durch das Filtrum, folglich sind jene erst im Blute entstanden. Hiergegen ist zu erwidern, daß entweder das filtrirte Plasma des Frosches gar nichts Körperliches enthält, oder Kerne der Blutkörperchen, die Mandl mit den Lymphkörperchen verwechselt hat. — Von der Anwesenheit der Lymphkörperchen im kreisenden Blute überzeugt uns bekanntlich die mikroskopische Beobachtung bei Fröschen. Wären sie ein bloßes Präcipitat des Faserstoffs, welches ohne Einwirkung des lebenden Körpers erfolgt, gerade so wie die später noch zu beschreibenden Faserstoffscheibchen, so könnten sie nicht bei jedem Thiere von einer andern Größe sein, und zwar von einer Größe, die, wie Wagner für die ihnen gleich kommenden Lymphkörperchen zuerst nachgewiesen hat, mit der der Blutkörperchen ganz gleichen Schritt hält. Die Faserstoffscheibchen sind dagegen bei allen Thieren von gleicher Größe. — Mit der Annahme, daß diese Kügelchen aus der Lymphe und dem Chylus herstammen, verträgt sich übrigens recht gut auch die, daß sie zum Theil noch im Blute in den Capillargefäßen sich bilden. Letzteres kann eben so wenig widerlegt als bewiesen werden. Unwahrscheinlich ist aber die andere Behauptung, daß sie durch Ablösung von Partikelchen der Organe entspringen. Das leichte Stocken dieser farblosen Kügelchen in den engen Haargefäßen hat hier vermuthlich eine Täuschung verursacht. — Bei gut genährten Thieren findet man sie in der Regel in einer größern Zahl; nach dem Hungern nehmen sie ab; ich muß jedoch auch hinzufügen, daß ich bei Fieberkranken, die mehre Tage schon gefastet hatten, sie meist in großen Haufen angetroffen habe. Hier waren sie aber weder in der Größe, noch in der Farbe recht vollkommen ausgebildet. Entweder wurden sie also in diesen Fällen im Blute gebildet, oder hatten sich seit mehren Tagen in demselben angehäuft, weil die fernere Ausbildung zu Blutkörperchen durch die Krankheit gehemmt war.

Veränderte Blutkörperchen sind in dem geschlagenen Blute meist anzutreffen; ob sie als solche im Körper circuliren, wissen wir nicht. Ich habe über das Vorkommen der körnigen, gekerbten Blutkörperchen, der glatten, dunkeln Blutkügelchen, der abnormen kleinen und der blassen Blutscheibchen an einem andern Orte ausführlicher gehandelt. Zur Untersuchung dieser verschiedenen Formen empfehle ich besonders das Blut schwangerer Frauen oder trächtiger Hündinnen. Die kleinen glatten Kügelchen sind fast von allen Beobachtern bald für freie Kerne, bald für Lymphkörperchen, bald für Fettkügelchen, also immer für etwas Anderes angesehen worden, als sie wirklich sind, nämlich durch die Einwirkung des Salzes und Wassers erst gekerbte, zusammengeschrumpfte und zuletzt ganz glatt abgerundete Blutkörperchen.

Die Faserstoffschollen gehören erst dem Blute nach dem Gerinnen an. — Eiweiß- und Fettpartikelchen von ungefähr $^1/_{800}$ — $^1/_{1000}$‴ könnten schon, so wie sie beobachtet werden, dem frischen Blute eher beigemischt sein. Wahrscheinlich sind dies zum Theil Reste der zerfallenen Blutkörperchen. Nach Valentin sollen sie erst bei der Gerinnung, und

zwar aus dem Faserstoff entstehen, weil sie nach Zusatz von kohlensaurem Kali zum frischen Blute fehlen. — Krystalle entstehen erst beim Eintrocknen des Bluts und sind auch hier nicht immer vorhanden. — Entozoen (anguillulae intestinales nach Valentin) hat man nur bei Amphibien im Blute gefunden. Bei einem Frosche, dessen Blut eine bräunliche Farbe hatte, fand ich sie neulich in einer ungeheuren Menge; sie maßen ungefähr $^1/_{200}$''' in der Länge und $^1/_{1500}$''' in der Dicke. Eine neue Art von Infusorien im Blute von Salmo fario hat so eben Valentin [1]) abgebildet. — Mayer [2]) will auch freie, sich selbst bewegende, aus Faserstoff bestehende, $^1/_{2000}$''' breite, $^1/_{500}$''' — 1''' lange hellweiße, klare, grade, glatte oder granulirte Primitivfasern im Blute gefunden haben, sowohl bei wirbellosen Thieren, wie auch bei Vögeln, Säugethieren und Menschen (in Diabetes mellitus) die er als schon im Körper gebildet annimmt.

Blutflüssigkeit.

Die Blutkörperchen sind in einer Flüssigkeit suspendirt, welche in der neuesten Zeit Blutflüssigkeit, liquor sanguinis, plasma (nach Schultz) genannt wird und früher gewöhnlich plastische Lymphe hieß. Daß sie als solche schon im lebenden Körper existirt und nicht, wie Döllinger früher meinte, erst aus den Blutkörperchen ausschwitzt, ist als gewiß anzunehmen, obgleich es nicht möglich ist, die Flüssigkeit selbst in den Haargefäßen zu sehen, und man nur auf ihre Anwesenheit aus einigen mikroskopischen Phänomenen schließen kann. Man erhält sie da von selbst von den Blutkörperchen geschieden, wo diese sich schneller senken, als das Blut gerinnt. Dies ist bei Menschen in manchen Krankheiten der Fall, am häufigsten bei den Pferden, wo die Flüssigkeit sich zuweilen fast ganz vollständig von den Blutkörperchen abscheidet. Ich habe dergleichen in Glascylindern aufgefangenes Blut untersucht, wo der rothe Bestandtheil nicht mehr als $^1/_7$ der ganzen Höhe der Blutsäule betrug. Künstlich kann man sich diese Flüssigkeit dadurch verschaffen, daß man das Blut in eine Kälte von 2° R. bringt (Hewson), oder daß man die Luft von demselben abhält, indem man dasselbe in nicht zu dünnen frischen Darmstücken auffängt, diese aufhängt, den Cruor sich senken läßt und dann nachher an der Uebergangsstelle von diesem zum Plasma das Darmstück abschnürt (Schultz); ebenso auch, indem man das Blut unter Oel auffängt (Babbington). Durch Salzzusatz, besonders von Kali carbonicum, zum frischen Blute kann man sich das Plasma auch verschaffen. Bei Fröschen hat J. Müller dadurch die Blutkörperchen von der Flüssigkeit getrennt, daß er nach Zusatz von Zuckerwasser zum frischen Blute dasselbe filtrirte, wo dann die Körperchen auf dem Filtrum zurückblieben. Mit Fischblut gelingt dies Experiment nach Wagner nicht. — Die reine unvermischte Blutflüssigkeit ist farblos, etwas trübe (aber wohl erst durch die Luft geworden) und klebrig. Zwischen den Fingern kann man sie zu langen Faden wie Seide ziehen. Ihr specifisches Gewicht ist unbeträchtlich schwerer, als das des nach dem Gerinnen des Bluts ausgeschiedenen Serums. Bei Menschen fand ich dasselbe das eine Mal 1029 und das andere Mal 1031, bei einem Pferde 1025. So lange das Plasma noch flüssig ist, läßt es sich gut mit Wasser mischen. Unter dem Mikroskop fand ich es wolkig getrübt (vielleicht schon durch anfangende Gerinnung) und in ihm

[1]) Müller's Archiv. 1841. S. 435.

[2]) Froriep's Notizen. 1841. April. S. 42.

viele Lymphkörperchen von verschiedener Größe nebst einzelnen besonders blassen Blutkörperchen. Während der Tropfen gerinnt, wird er immer trüber, und es werden feine Körnchen (Fettpartikelchen) sichtbar. Nach Schultz soll das ganze Plasma aus kleinen Kügelchen bestehen, die sich in einer ununterbrochenen oscillatorischen Bewegung befinden. Nach ihm haben nämlich die im vollen Sonnenlichte flimmernden Bewegungen eine reale Bedeutung. Während er diese Kügelchen schon im kreisenden Blute annimmt, spricht er übrigens gleich darauf [1]) doch von ihrer Bildung bei der Gerinnung, so daß ich seine Meinung nicht vollständig begriffen zu haben gestehen muß. Vielleicht sind die von ihm beschriebenen Kügelchen der erstern Art auch nur kleine Fettpartikelchen des Bluts. Außerdem kann die Veränderung des Aggregatzustandes verschiedener Moleküle, wodurch die Gerinnung des Plasma entsteht, im Sonnenlicht betrachtet, das Phänomen der Oscillation hervorbringen.

Blutdunst.

Außer Blutkörperchen und Blutflüssigkeit giebt es noch einen andern Bestandtheil des kreisenden Blutes, der aber bald, nachdem dasselbe aus der Ader gelassen, verloren geht. Es ist der Blutdunst (halitus oder aura sanguinis). Er besteht nicht, wie man früher vermuthete, aus Gas, sondern bloß aus Wasserdunst, mit einem Riechstoff, wahrscheinlich einer flüchtigen fetten Säure. Auch soll nach Hünefeld, der keine Kohlensäure fand, als er den Dunst in einer kalten Vorlage aufgefangen, etwas thierische Materie, wahrscheinlich Eiweiß, sich mit losreißen, daher das Wasser sehr bald in Fäulniß überging. — Diese aura sanguinis, welche von früheren Aerzten für das eigentliche Specifische des Bluts, für den Träger der Vitalität gehalten wurde, verdiente wohl noch eine wiederholte chemische Prüfung.

2. Gerinnung des Bluts.

Das aus der Ader gelassene flüssige Blut verwandelt sich nach einigen Minuten in eine feste Masse; es gerinnt, coagulirt; darauf schwitzt nach und nach der flüssige Theil des Bluts aus der Oberfläche des Gerinnsels hervor, und es trennt sich auf diese Weise das Blut in den Blutkuchen und das Blutwasser. — Die Zeit, zu welcher in dem Blute des Menschen diese Veränderung erfolgt, wird von den Beobachtern höchst verschieden angegeben; der eine (z. B. Hewson) setzt 3 — 4 Minuten, der andere (z. B. Gendrin) 10 Minuten als den normalen Zeitpunkt an. Kein Beobachter stimmt vollkommen mit dem andern überein. Hieran ist nicht allein die mögliche Verschiedenheit in der Gerinnungszeit des Bluts verschiedener Menschen und die Abhängigkeit der Zeit von äußeren Verhältnissen Schuld, sondern eben so gut auch die Verschiedenheit in der Untersuchungsweise der Beobachter und endlich der schwankende Begriff der Gerinnung selbst. Man kann nämlich bei derselben sehr verschiedene Momente oder Grade unterscheiden, und bald scheint man den einen, bald den andern bei der Zeitbestimmung ins Auge gefaßt zu haben. Diese fünf Momente sind: 1) Bildung eines Häutchens an der Oberfläche, das von dem Rande strahlenförmig nach der Mitte hin sich verbreitet; 2) Bildung einer Haut, die an den

[1]) A. a. O. S. 74.

Wandungen des Gefäßes anliegt und das flüssige Blut wie ein Schlauch einschließt, und die man bei vorsichtiger Bewegung von der Gefäßwandung mit einer Nadel abziehen kann; 3) Umwandlung des Bluts zu einer Gallerte; 4) Gerinnung zu einem festen Kuchen, den man, ohne ihn zu zerreißen, im Gefäße umher bewegen kann, und zugleich Anfang der Ausschwitzung des Serums; 5) Vollendung dieser Trennung, zu welcher 10 — 48 Stunden Zeit gehören. — Ich habe bei 20 ziemlich gesunden, höchstens an Plethora oder Congestionen leidenden, oder prophylaktisch zur Ader lassenden Menschen, und zwar bei eben so viel Männern als Frauen, die Gerinnung des Bluts beobachtet. Die nachfolgende Tabelle giebt für die 4 ersten Momente die frühesten und spätesten Zeiten, so wie das Mittel für die beiden Geschlechter an:

	Am frühesten:	Am spätesten:	bei Männern:	bei Frauen:
1)	1¾ Min.	5 (höchstens 6) Min.	3 Min. 45 Sec.	2 Min. 50 Sec.
2)	2 »	6 (» 7) »	5 » 52 »	5 » 12 »
3)	4 »	10 (» 12) »	9 » 5 »	7 » 40 »
4)	7 »	13 (» 16) »	11 » 45 »	9 » 5 »

Man sieht hieraus, wie in dem reizbaren Körper der Frauen, bei denen die Reactionen überall früher als bei Männern erfolgen, aber weniger nachhaltig sind, auch das Blut eine damit übereinstimmende Verschiedenheit von dem der Männer zeigt, nämlich fast zwei Minuten früher zu gerinnen anfängt, und wenigstens 2½ Minute eher einen festen Kuchen bildet. In der Regel zieht sich der rasch gebildete Blutkuchen weniger kräftig zusammen als der langsam festgewordene (siehe unten »Beschaffenheit des Blutkuchens«); und auch dieser Unterschied läßt sich zwischen dem Blute der beiden Geschlechter erkennen, so daß also, wenn wir die Gerinnung des Bluts mit einer Reaction paralleliſiren wollen, wir auch sagen können, daß das Blut der Weiber eine größere Reizbarkeit, aber weniger Energie bei der Gerinnung zeige. — Im Embryo gerinnt das Blut unvollständig, bei jungen Thieren nicht immer rascher als bei älteren, obgleich gewöhnlich eine rasche Gerinnung vom Blute den nicht erwachsenen Menschen zugeschrieben wird. Bei alten Leuten sah ich keine besondere Abweichung von dem Normal des mittlern Lebensalters. Ob ein Unterschied nach dem Temperamente existirt, weiß ich nicht aus eigener Erfahrung anzugeben. Gewöhnlich wird von den Pflegmatischen behauptet, daß ihr Blut langsam gerinne. Ich läugne nicht, daß die Constitution, das Temperament, die im Habitus ausgesprochene Krankheitsanlage den Zeitpunkt der Gerinnung modificire; ich bin sogar davon überzeugt; allein es hält schwer, dieses durch den Versuch darzuthun; nur wenn man mit möglichster Gleichstellung der äußeren Verhältnisse bei übrigens Gesunden und auf einer so breiten Basis, als ich es bei den Geschlechtern gethan, die Beobachtung anstellt, läßt sich nachweisen, ob das, was die Schriftsteller hierüber mittheilen, auf einer Wahrheit beruht.

Die Bestimmung der Gerinnungszeit des Bluts bei den Thieren bietet viele Schwierigkeiten dar, da es unmöglich ist, dieselbe bei ganz gleichen Verhältnissen zu beobachten. Zu diesem Zweck müßte man vor Allem von jedem Thiere eine absolut gleich große, gleich rasch ausgeflossene und im Verhältniß zu der im Körper übrig bleibenden gleich beträchtliche Blutmenge erhalten können; dies ist natürlich unmöglich. Das Pferd giebt in einer Secunde mehr Blut, als man aus vielen Kaninchen erst in einer Minute erhält; ob ein paar Unzen Blut mehr oder weniger in dem Körper circuli-

ren, iſt bei einem Pferde ganz gleichgültig; bei einem Kaninchen bewirkt der Verluſt von noch viel weniger als einer Unze ſchon den Tod. Wo der Blutverluſt auf die Stimmung der Lebenskraft wirkt, verändert ſich auch die Gerinnungszeit. Schon innerhalb der Grenzen eines mäßigen Aderlaſſes iſt dies oft bei den Menſchen ſichtbar. Wahrſcheinlich hängt dies von der Veränderung des Kreislaufes ab. Wo nun viel Blut verloren geht, da gerinnt das Blut, je näher dem Tode, deſto früher. — Man ſieht daher leicht ein, wie wenig ſicher eine Tabelle der Gerinnungszeiten des Bluts verſchiedener Thiere, wie Thackrah [1]) uns eine ſolche liefert, die eigentliche Gerinnbarkeit des Bluts beſtimmt. Dieſe lautet: Pferd 5—10 Min., Ochs 2—10 M., Schaf ½—1½ M., Kaninchen ½—1 M., Hund 1—3 M., Gans und Ente 1—2 M., Singvögel ⅓—1 M., Fiſche 1—3 M., Fröſche 2—4 M. Damit ſtimmen jedoch die zerſtreuten Angaben anderer Beobachter nicht ganz überein. Ich habe nur bei den Hausſäugethieren, hier aber zu wiederholten Malen, bei einigen Vögeln, auch den Fröſchen die Beobachtungen angeſtellt, welche folgende Reihe der Gerinnbarkeit liefern: Kaninchen, Schaf, Schwein, Ochs, Hund, Ziege (?), Pferd. Der Menſch folgt unmittelbar vor dem Pferde. Bei den Vögeln iſt die Reihe: Taube, Huhn, Gans. Das Blut des Froſches gerinnt erſt nach faſt 10 Minuten. Ich werde nächſtens an einem andern Orte dieſen Gegenſtand ausführlicher behandeln.

Es iſt merkwürdig, daß derſelbe Vorgang zu ſehr verſchiedener Zeit ſtattfinden kann; im geſunden Blute, wie wir gehört haben, meiſt innerhalb der erſten 10 Minuten, im kranken Blute aber oft viel ſpäter, ſelbſt erſt nach 4 Stunden, und am ſpäteſten in hydropiſchen Flüſſigkeiten. Eben ſo iſt die Dauer dieſes Vorganges verſchieden. — Mit der Frage, wovon dieſe Verſchiedenheit in der Gerinnungszeit abhänge, hat man ſich vielfach beſchäftigt. Scudamore und nach ihm Schröder van der Kolk behaupten, daß die Zeit der Gerinnung eines Bluts durch das ſpecifiſche Gewicht deſſelben, alſo durch den Waſſergehalt beſtimmt werde. — Allerdings habe auch ich gefunden, daß ſehr dünnes leichtes Blut von Menſchen in der Regel raſch gerinnt, und es läßt ſich ſomit die ſchnelle Gerinnung des Blutes ſowohl bei den Weibern als bei den Kaninchen und Schafen auf dieſe Weiſe erklären; allein was das ſchwere Blut des Menſchen von 1058 bis 1060 und darüber anbelangt, ſo ſah ich häufig bei demſelben eine raſche Gerinnung, wenn gleich gewöhnlich daſſelbe ſich durch eine ſpäte Gerinnung auszeichnete. Man könnte vielleicht nicht ohne Grund ſagen, daß hier krankhafte Verhältniſſe im Spiel geweſen ſeien; aber auch die Reihe der Hausſäugethiere ſtimmt nicht mit jenem Geſetze vollkommen überein. Das Blut der Schweine iſt viel ſchwerer als das der Hunde, Ochſen, Ziegen und Pferde, und gerinnt doch früher. Beſonders auffallend iſt bei letzteren Thieren, ſelbſt wenn deren Blut äußerſt dünn (von 1040 ſpec. Gew.) iſt, die ſpäte Gerinnung. Auch J. Davy [2]) erklärt ſich gegen die Behauptung von Scudamore. Er fand einmal ein Blut von 1038 (ſpec. Gewicht), welches ſehr langſam gerann. — Bei kranken Thieren (Kaninchen) habe ich ein gleiches Zuſammentreffen beobachtet. Schröder van der Kolk will das Verhältniß des ſpecifiſchen Gewichts oder Waſſergehalts des Bluts

---

[1]) An inquiry into the nature and properties of the blood. London 1819. p. 97. New and enlarged edition by Th. G. Wright. 1834.

[2]) A. a. O. S. 42.

zu der Gerinnungszeit auf den Faserstoffgehalt des Bluts zurückführen. Auch Sigwart hatte behauptet, je weniger Faserstoff das Blut enthalte, desto schneller gerinne es. Allerdings stimmt die Vergleichung des Arterien- und Venenbluts hiermit überein, allein viele andere Thatsachen stehen entgegen. Ich habe in 24 entzündlichen Krankheitsfällen den Faserstoffgehalt mit der Gerinnungszeit verglichen. Auf jede der nachfolgenden vier Rubriken kommen 6 Fälle, deren Mittel lautet:

Faserstoffgehalt	Gerinnungszeit
1,7 (1,0 — 2,0)	13 Min. 6 Sec.
2,4 (2,0 — 3,0)	14 » — »
3,5 (3,0 — 4,0)	11 » 8 »
5,1 (4,0 — 6,0)	13 » — »

Die spätesten Gerinnungszeiten (von 20 Min.) kommen bei dem Faserstoffgehalt von 2,0 — 3,0, die frühesten (von 5 Min.) bei dem von 3,0 — 4,0 vor. — Aus verschiedenen einzelnen Beobachtungen über diesen Zusammenhang bei einem und demselben Individuum hebe ich nur eine einzige von einem Hunde hervor. Demselben hatte ich das Rückenmark zerstört. Nach einigen Tagen gab das sogleich und schnell gerinnende Blut 5,5 Faserstoff. Am 10ten Tage, kurz vor dem Tode, das sehr spät und sehr langsam gerinnende nur 4,7. — Vergleicht man den Faserstoffgehalt mit der Gerinnungszeit bei den Säugethieren, so fehlt ebenfalls die Uebereinstimmung. Der in nachfolgender Tabelle angegebene Faserstoffgehalt ist das Mittel mehrfacher Berechnung.

	Faserstoffgehalt:	Gerinnungszeit:
Kaninchen . .	5,0	1 Min.
Ochs . . .	4,0	5 — 6½ Min.
Schaf . . .	3,8	1½ — 2 »
Schwein . . .	3,6	3 »
Pferd . . .	2,8	7 — 13 »
Hund . . .	1,7	5 — 7 »

Zwar werden wir in der Folge bei der chemischen Analyse des Bluts hören, wie mißlich ein Schluß aus der Menge des nach irgend einer der jetzt bekannten Methoden erhaltenen Faserstoffs auf den wirklichen Gehalt desselben im Blute ist; aber die bei den Menschen und bei den Thieren angeführten Unterschiede sind so beträchtlich, daß wir wohl wagen dürfen, dieselbe als wesentlich anzusehen und die Behauptung der genannten Physiologen als unwahrscheinlich zu erklären. Dabei muß ich aber doch zugeben, daß, wenn gleich eine Vermehrung des Faserstoffs nicht immer mit einer langsamen Gerinnung des Bluts verbunden ist, doch fast überall, wo diese in Krankheiten vorkommt, auch die Menge des Faserstoffs sich meist vermehrt zeigt. Die hydropischen Flüssigkeiten dagegen, in denen die Menge des Faserstoffs äußerst gering ist, und die Gerinnung oft erst sehr spät erfolgt, zeigen ein dem Blute ganz verschiedenes Verhalten.

Viel inniger, als, der obigen Behauptung Scudamore's gemäß, die Gerinnungszeit von dem Wassergehalt des Bluts abhängt, ist sie an den Wassergehalt, an das specifische Gewicht des Blutwassers geknüpft. Ich hatte beobachtet, daß zwar eine Verdünnung des frischen Bluts mit einer großen Menge Wasser die Gerinnung verspätet, aber die mit einer mäßigen, mit einem vierten Theil bis zur doppelten Menge Wasser, dieselbe beschleunigt. Dies brachte mich zunächst auf den Gedanken, den mittlern Wassergehalt des Blutwassers mit der mittlern Gerinnungszeit zu verglei-

chen. Folgende Tabelle aus 60 Fällen zeigt, daß im Ganzen eine Uebereinstimmung zwiſchen beiden Verhältniſſen exiſtirt.

Gerinnungszeit:	Specifiſches Gewicht des Serums:
7 — 10 Min.	1026,6 (das höchſte nie über 1029)
10 — 13 »	1028,2 (darunter mehre bis 1030)
13 — 20 »	1028,4.

Es giebt noch einige Verhältniſſe im Blute, deren Beziehung zur Gerinnungszeit einer Prüfung werth iſt; da ſie aber, wie der Fettgehalt des Bluts zugleich als Urſache der Gerinnung in Frage kommen, ſo will ich erſt ſpäter ihrer erwähnen. Ueberhaupt wird es ſchwerlich gelingen, über dieſe ſo eben berührte Frage ins Reine zu kommen, ehe man nicht die nächſte Urſache der Gerinnung überhaupt kennt. Aber wie weit wir noch davon entfernt ſind, wird ſich bald hinreichend ergeben. Zunächſt müſſen wir uns das Weſen, d. h. den innern Vorgang der Gerinnung klar machen. Derſelbe beſteht lediglich in der Feſtwerdung des im Plasma aufgelöſ'ten Faſerſtoffs; von demſelben werden die Blutkörperchen nebſt dem Blutwaſſer wie in einem Netze eingeſchloſſen. Letzteres ſchwitzt durch die Maſchen hindurch, und nur die Blutkörperchen, die an der Gerinnung keinen Antheil nehmen, bleiben mit dem Faſerſtoff als Blutkuchen in Verbindung. Früher folgte man (z. B. Prévoſt und Dumas, M. Edwards u. A.) bei Bezeichnung des Weſens der Gerinnung der falſchen Angabe von Home und Bauer, welcher zufolge das, was ſie Kern der Blutkörperchen nannten, bei der Gerinnung aus dieſen heraustreten und den Faſerſtoff bilden ſollte. Bei den Franzoſen iſt dieſe Anſicht noch heutigen Tages allgemein verbreitet. Allein es mußte den neuen Beobachtern auffallen, daß bei der mikroſkopiſchen Unterſuchung der Blutkörperchen kein Unterſchied derſelben vor und nach der Gerinnung ſich zeigte; auch fing man bald an einzuſehen, daß der Faſerſtoff im Blutwaſſer aufgelöſ't ſei. Dies that unter Anderen Burdach dar, und Montdeſert [1]) wies mit Recht auf die Betrachtung derjenigen Flüſſigkeit hin, aus der die Faſerhaut in manchen krankhaften Zuſtänden, namentlich in der Entzündung, ſich bildet. Bei der Gerinnung der Lymphe, des faſerſtoffhaltigen Urins, ſo wie des mit Serum, Zucker- oder Salzwaſſer verdünnten friſchen Bluts und des nur wenig Körner enthaltenen Bluts der Krebſe und anderer niederer Thiere konnte man ſich durch das Mikroſkop von dem Zuſtande des Faſerſtoffs überzeugen; allen Zweifel hob endlich Müller durch einen handgreiflichen Beweis, durch den bekannten höchſt lehrreichen Verſuch, das durch Zuckerwaſſer verdünnte Froſchblut vor der Gerinnung zu filtriren. Somit darf man nicht mehr die Gerinnung als eine Trennung des Bluts in ſeine Beſtandtheile, als eine Vereinigung der Blutkörperchen definiren, ſondern als eine Gerinnung und darauf folgende Zuſammenziehung des Faſerſtoffs. Das Verhalten der Blutkörperchen bei der Gerinnung anlangend, ſo iſt es zwar wahr, daß ſich dieſelben bei der Gerinnung zu Haufen und Rollen gruppiren [2]); allein dieſe Vereinigung hat mit der Gerinnung nichts zu ſchaffen. Sie findet ſowohl innerhalb der Gefäße des lebenden Körpers bei Blutſtockung, als auch in dem geſchlagenen Blute Statt. Die kreisförmige Bewegung der Blutkörperchen, welche Heidmann, Treviranus und Hodgkins bei der Gerinnung beobachtet,

[1]) Recherches sur le sérum du sang. Thèse. Paris 1830.

[2]) S. meinen Aufſatz über die Gerinnung im erſten Bande der Unterſuchungen, Heft 1.

hat die Physiologen früher vielfach interessirt; jetzt hält man dieselbe mit Recht für die Folge der Verdunstung. Die plötzlichen zuckenden Zusammenziehungen des ganzen Blutkuchens, welche die beiden zuerst genannten Beobachter beschreiben, entsteht dann, wenn der sich allmälig zusammenziehende Faserstoff von einer Stelle der Wand des Gefäßes sich losreißt, oder das von ihm eingeschlossene und zusammengedrückte Serum plötzlich irgendwo einen Theil des dünnen Faserstoffgewebes durchbricht. Die von Tourdes und Circaad angegebene Zusammenziehung des Faserstoffs durch Galvanismus hat kein anderer Beobachter bestätigt gefunden.

Das Wesen der Gerinnung zu erkennen, fehlt es also nicht an Mitteln; besonders belehrend schien mir zur Zeit, als ich mich mit dieser Untersuchung zuerst beschäftigte, die Betrachtung des Plasma zu sein. Ich schöpfte sowohl vom Blute der Menschen als von dem der Pferde die Flüssigkeit ab, welche sich vor dem Gerinnen an der Oberfläche ansammelte, und untersuchte dieselbe mikroskopisch und chemisch. Ich fand, daß die Gerinnung in der abgeschöpften Flüssigkeit etwas später erfolgte, als in der mit den Blutkörperchen in Verbindung gebliebenen Portion. Die äußeren Einflüsse veränderten die Gerinnung dieser Flüssigkeit gerade so, als es nachher vom ganzen Blut angegeben werden wird. Durch höhere Temperatur als 36° R. trat dieselbe früher ein; durch Zusatz von Glaubersalz ward sie aufgehalten. Es bildete das durch Wasser verdünnte Plasma eine farblose Gallerte, gerade so wie der faserstoffhaltige Urin eines von mir zu derselben Zeit behandelten Patienten. Der ohne Zusatz geronnene Faserstoff zog sich zu einem farblosen Coagulum zusammen, das sich immer mehr zerkleinerte und das Serum auspreßte. Bei den Menschen verhielt sich das Gewicht des Gerinnsels zu dem des Blutwassers wie 1,35 — 2,0 : 10, bei dem Pferde aber wie 9,5 : 10. Ganz weiß ließ sich das Coagulum nicht auswaschen, weil es durch das Blutroth einiger im Plasma suspendirt gebliebenen, in Haufen vereinigten Blutkörperchen gefärbt wurde; chemisch und mikroskopisch verhielt es sich wie der durch Schlagen des Bluts gewonnene und ausgewaschene Faserstoff. — Von den chemischen Eigenschaften des Faserstoffs wird weiter unten die Rede sein; was die mikroskopischen aber anbelangt, so ist es passend, schon hier von denselben zu reden, nachdem schon oben mehrmals dieser Gegenstand berührt worden. Im frischen Blute ist der Faserstoff, soviel wir wissen, in vollständiger Lösung, wenigstens ist es nicht erwiesen, daß die ihm zugeschriebenen sichtbaren Moleküle ihm angehören. Bei der Gerinnung trübt er sich, wie die Beobachtung des Plasma zeigt, und wird zu einer homogenen Masse, in dem einzelnen Tropfen zu einem feinen trüben Häutchen. Falsch ist es, zu sagen, daß sich sogleich Fasern bilden, wie dies die Franzosen, z. B. Magendie, und einige Deutsche angeben; die nicht mikroskopischen Fasern, aus denen er nach der Reinigung von den Blutkörperchen besteht, und durch welche er seinen Namen erhalten hat, sind zum Theil durch das Austreten des Blutwassers, zum Theil aber erst durch das Auswaschen entstanden. Am besten untersucht man, um sich von dem Bau des Faserstoffs zu überzeugen, das Gerinnsel des vom Blute abgeschöpften, oder mit Zuckerwasser durch Papier filtrirten Plasma. In allen Fällen, auch selbst nach mehrmaligem Auswaschen, ist es nicht frei von Lymphkörperchen und Resten von Blutkörperchen. Außerdem haftet an ihm eine ziemlich große Portion von Fett nebst Kalkmolekülen. Wahrscheinlich sind es diese fremdartigen Bestandtheile, welche ihm unter dem Mikroskope ein fein granulirtes Ansehen geben. Manche

Physiologen glauben, daß er in feinen Körnern gerinne; auch Valentin nimmt dies von dem schnell gerinnenden Theil des Faserstoffs an. Andere halten das fein höckerige Aussehen nur für eine Runzelung der Oberfläche. Ich betrachte die eingeschlossenen Körnchen zwar größtentheils als Fett, weil sie fast gänzlich durch Schütteln mit Aether verschwinden, bin aber auch der Ueberzeugung, daß unter gewissen Umständen der Faserstoff in feinen Körnchen (von ungefähr $^1/_{1000}$''') gerinnen könne. Außer diesen beiden Gerinnungsweisen giebt es noch eine dritte, die ich vor Kurzem in Müller's Archiv [1]) beschrieben habe. In jedem Blute, sowohl im geschlagenen als in dem zu einem Kuchen geronnenen, bei Säugethieren und Vögeln, bei warm- und kaltblütigen Thieren findet sich eine Unzahl von platten Faserstoffscheibchen, im Durchschnitt von ungefähr $^1/_{70}$''' Länge und $^1/_{100}$''' Breite; selbst der durch Rühren erhaltene Faserstoff zerfällt in solche Schollen durch Essigsäure, und das mit Aether und Alkohol ausgekochte, reine, fein gepulverte Fibrin läßt bei Anwendung derselben Säure seine Zusammensetzung aus Schollen erkennen. Ich behaupte zwar nicht, daß aller Faserstoff, auch der zu einer homogenen festen Masse geronnene, aus aneinanderhängenden Schollen bestehe, aber das scheint mir erwiesen zu sein, daß die vollendetste Gerinnungsform des Faserstoffs die in Schollen ist. (Ich werde weiter unten nochmals Gelegenheit haben, auf diesen Gegenstand zurückzukommen.)

Seit Hippokrates' Zeiten hat man sich bemüht, die Ursache, warum das Blut außerhalb des lebendigen Körpers gerinnt, aufzufinden. Bald suchte man dieselbe in der Abkühlung des Bluts (Hippokrates, Galen, Hoffmann), bald in der eintretenden Ruhe (Pechlin, Vieussens, Boerhave, Haller), bald in der Einwirkung der atmosphärischen Luft (Helvetius, Hewson, Moscati) und namentlich des Sauerstoffs, (Fourcroy, Autenrieth). Und als man nun sah, daß dies Alles nicht genügend war, so nahm man bald einen Verlust der Anziehungskraft der einzelnen Theilchen des Bluts, bald einen Mangel des Nerveneinflusses an, oder begnügte sich auch damit, wie J. Hunter, die Gerinnung des Bluts als einen vom Leben bedingten Bildungsact, ähnlich der Vereinigung der Wunde durch prima intentio, anzusehen, oder dieselbe mit der Todesstarre zu vergleichen. Neuerdings, wo die organische Chemie so manchen vorher dunklen Vorgang aufhellt, ist man von vielen Seiten auf chemische Theorieen gerathen. Bis jetzt sind diese aber, wie wir hören werden, nur sehr unglückliche gewesen, so daß man sogar endlich daran verzweifelt, jemals den Schlüssel zu diesen Räthseln zu finden. Wenn Dumas in der neuesten Zeit behauptet, die Gerinnung sei eigentlich gar keine Gerinnung, sondern bloß eine Aneinanderlegung schon im kreisenden Blute fester Theile, und ihm Andere, wie Denis, beipflichten, so ist dies weiter nichts als ein Versuch, die Lösung der Frage, die wir von den Chemikern erwarten, zu umgehen. Wir wissen sehr gut, daß dies nur eine Täuschung ist, und wir sind überzeugt, daß der Faserstoff aus einem flüssigen Zustande in einen festen übergeht. — Experimente über den Einfluß von Substanzen oder überhaupt von äußeren Verhältnissen auf die Gerinnung sind in einer erstaunend großen Menge von Hewson [2]), Hunter [3]), Thackrah [4]),

[1]) Jahrgang 1841. Heft 5.
[2]) Disq. exp. p. 21 u. ff.
[3]) Versuche über das Blut, die Entzündung und die Schußwunden. A. d. E. von Hebenstreit. Leipzig 1797. B. I. S. 91. u. ff.
[4]) A. a. O.

Schröder van der Kolk [1]), Scudamore [2]), Prater [3]), mir [4]), Magendie [5]) und Hamburger [6]) angestellt. Ich will zunächst die wichtigsten von ihnen in ihrer Beziehung zu den älteren Theorieen aufzählen, indem der Reihe nach betrachtet werden sollen 1) die Wirkung der Wärme und Kälte, 2) der Ruhe, 3) der Elektricität, 4) der atmosphärischen Luft und insbesondere des Sauerstoffs, so wie anderer Luftarten, und 5) anderer fremdartigen Beimischungen zum Blute.

Gegen die alte Ansicht, daß die Abkühlung des Bluts die Gerinnung herbeiführe, erhob sich Hewson zuerst. Er machte darauf aufmerksam, daß ein in einer Vene eingeschlossenes frisches Blut gefrieren und doch die Fähigkeit behalten kann, nach dem Aufthauen noch zu gerinnen. Hunter wiederholte diesen Versuch mit frisch gelassenem Blute und sah denselben Erfolg. Magendie dagegen läugnet die Richtigkeit dieser Angabe, aber mit Unrecht. Ich habe Menschenblut schnell einfrieren lassen und dann die Gerinnung nach dem Aufthauen erfolgen gesehen. Freilich muß das Expe-riment so geschehen, daß das Blut nicht vorher gerinnt, ehe es gefriert. Daher paßt auch das schnell gerinnende Thierblut, mit Ausnahme des Pferdebluts, nicht dazu. — Dann bewies Hewson, daß die Erhöhung der Temperatur über die Blutwärme die Gerinnung, statt aufzuhalten, wie dies der alten Theorie gemäß der Fall sein müßte, beschleunigt. Und Hunter zeigte ferner, daß dagegen die niederen Wärmegrade (53° F.) die Gerinnung verlangsamen. Von anderen Beobachtern, namentlich von J. Davy und Scudamore, sind diese Versuche mit gleichem Erfolge wiederholt worden. Ich habe ebenfalls über diesen Gegenstand zahlreiche Beobachtungen angestellt, in denen überall das zum Versuch benutzte Blut mit einer zweiten, in einem gleichen Gefäße der Luft von 14 — 15° ausgesetzten Portion verglichen ward. Die Resultate waren folgende: Stellt man das Gefäß mit Blut in Wasser unter 8° R., so findet keine Gerinnung mehr Statt. 2) Im Wasser von 10 — 12° bildet sich das Häutchen auf dem Blute früher, allein die Festwerdung der übrigen Flüssigkeit wird verlangsamt, mehr als bei einer der Blutwärme näher kommenden Temperatur. Ob das Wasser 10° oder 15° zeigt, macht wenig Unterschied; auch Wasser von 16° hat fast noch ganz gleiche Wirkung. 3) Während eine Luft von 20 — 25° die Gerinnung etwas befördert, besitzt das Wasser von 29 — 31° R. einen ganz entgegengesetzten, jedoch nur schwachen Einfluß auf die Gerinnungszeit; die Verlangsamung der Gerinnung ist besonders in den ersten Momenten, weniger in den letzten auffallend. Sobald man die Temperatur des Wassers fortwährend auf 31° erhält, gerinnt das Blut gewöhnlich früher als bei 29°. 4) Wird die Wärme noch mehr erhöht, auf 32 — 40°, so wird auch die Gerinnung noch mehr beschleunigt, die Contraction des Kuchens dagegen vermindert. — Daß also der Verlust der Wärme nicht die Ursache der Gerinnung sein kann, geht aus diesen Resultaten ganz klar hervor. Außerdem beweis't auch noch der flüssige Zustand des Bluts bei den

---

[1]) Commentatio de sanguinis vasi effluentis coagulatione. Groen. 1820. S. auch dessen Diss. inaug. sistens sang. coag. historiam. Groen. 1820.
[2]) A. a. O. S. 49 u. ff.
[3]) Experimental Inquiries in chemical physiology. P. I. London 1832. p. 34. u. ff.
[4]) Das Blut. S. 185 u. ff.
[5]) Leçons sur les phénomènes physiques de la vie. T. IV (sang). Paris 1838.
[6]) Experimentorum circa sanguinis coagulationem specimen I. Diss. inaug. Berol. 1839. Auch in Froriep's Notizen 1839. XII. Nr. 16.

kaltblütigen Thieren, die Gerinnung des Bluts derſelben an der dem Blute derſelben gleich warmen Luft, ſo wie das Fehlen des Blutgerinnſels bei den winterſchlafenden Thieren (nach Saiſſy) unwiderleglich die Mangelhaftigkeit der alten Hypotheſe. Obgleich allerdings ein Einfluß der Temperatur auf die Gerinnung ganz unbeſtreitbar iſt, ſo kann jener doch nicht der zureichende Grund dieſer ſein. — Eben ſo wenig kann die Ruhe im Gegenſatz zu der immerwährenden Bewegung des kreiſenden Bluts als ein ſolcher gelten. Geſchütteltes Blut, ſelbſt im luftleeren Raume geſchütteltes Blut gerinnt eben ſo gut und ſelbſt früher als ruhig ſtehendes. Hunter nahm übrigens auch nur an, daß die Bewegung in lebenden Gefäßen die Gerinnung aufhalte, denn es war ſchon von Hewſon dargethan worden, daß das Blut in unterbundenen Venen des lebenden Körpers längere Zeit hindurch flüſſig bleibt, an der Luft nachher aber doch noch gerinnt. Ob dieſe Gerinnung dann früher oder ſpäter eintrete, darüber lauten die Angaben verſchieden. — Auch in der Leiche bewahrt das Blut zuweilen Tage lang ſeine Flüſſigkeit und Gerinnbarkeit, und in den winterſchlafenden Thieren iſt die Bewegung des Bluts kaum merklich und daſſelbe doch nicht geronnen. Dies Alles beweiſ't, daß die Ruhe nur einen ſehr geringen Antheil an der Gerinnung haben kann und von einem anderen Verhältniß im Einfluß übertroffen wird.

Der um die Lehre von der Gerinnung des Bluts ſo verdiente Hewſon glaubte aus der Berührung des Bluts mit der Luft dieſen Vorgang erklären zu können. Er bewies durch einen Verſuch, daß, wenn Luft in einer unterbundenen Vene mit dem Blute in Berührung tritt, dieſes gerinnt, während es ſonſt flüſſig bleibt. Was die Verſuche mit Blut außerhalb des Körpers anbelangt, ſo beweiſ't eine große Anzahl, daß die Gerinnung um ſo langſamer erfolgt, je mehr die Luft abgehalten wird, und daß man durch Vermehrung der Berührung des Bluts mit Luft die Gerinnung beſchleunigen kann. Fängt man Blut unter Oel auf, ſo wird, wie Babbington gezeigt hat, die Gerinnung verzögert, und Schultz fand, daß ein in einem leeren Darm aufgefangenes Blut nach 24 Stunden noch nicht feſt geronnen war. Magendie behauptet ſogar, daß, wenn man das Blut aus der Arterie mit einer Spritze ausſaugt, die Gerinnung gar nicht eintrete. Gewiß iſt, daß überall bei Abhaltung der Luft die Gerinnung, wenn ſie überhaupt erfolgt, unvollſtändiger bleibt. Hiermit ſteht auch noch die von dem Londoner Thierarzte Vines mitgetheilte Thatſache in Uebereinſtimmung, daß überall, wo das Blut des Pferdes aus irgend welcher Urſache dunkler, alſo weniger ſauerſtoffhaltig iſt, es auch ſpäter gerinnt, eine Thatſache, deren Wahrheit ich im Ganzen auch bei anderen Thieren nnd eben ſo bei Menſchen beſtätigen kann. Ueberall, wo in Krankheiten das Athmen gehindert war, ſah ich meiſt auch ſpäte Gerinnung. Schon Schröder van der Kolk wies in dieſer Beziehung auf die Blauſüchtigen hin. Nach Kellie ſoll das durch Anlegung des Tourniquets austretende und dadurch dunkel gewordene Venenblut früher als ſonſt gerinnen. Dies muß aber wohl auf Irrthümern beruhen, denn ſowohl ſchon Hewſon als ſpäter Simſon und ich haben das Gegentheil gefunden. — Daß das hellrothe Venenblut der Ziegen keineswegs früher gerinnt als das dunkele der Schweine, beweiſ't, daß die Anwendung des obigen Satzes nur auf das Blut einer und derſelben Art von Organismus erlaubt iſt; denn die Verſchiedenheit der Röthe des Bluts der verſchiedenen Thiere iſt nicht bloß von der Intenſität des Athmens, ſondern auch von dem Gehalte an kohlenſaurem Natron und anderen Salzen abhän-

gig. Daß aber nach ersterer sich die Gerinnbarkeit des Bluts eines Thiers richtet, kann nicht bestritten werden. Die Lebhaftigkeit des Athmens läßt sich schwer direct bestimmen, aber wohl indirect durch die Zahl der Athemzüge oder, was dasselbe ist, durch die der Pulsschläge, welche immer mit jenen in Uebereinstimmung stehen, so wie noch besser durch die Wärme. Und das scheint ausgemacht zu sein, je häufiger der Herzschlag und je höher die normale Wärme eines Thiers sind, desto rascher gerinnt das Blut. Der größte Unterschied in der Gerinnungszeit herrscht daher zwischen den Vögeln und Amphibien; das Pferd, das kälteste unserer Haussäugethiere, hat ein langsam gerinnendes Blut; das mit großer Wärme begabte Schwein dagegen besitzt, obgleich sein Blut dunkel und schwer ist, ein Blut, welches in der Schnelligkeit der Gerinnung das der Hunde, der Ochsen und Ziegen übertrifft. Schaf und Kaninchen haben ebenfalls viel Wärme und schnell gerinnendes Blut. Es ist ferner eine ausgemachte Thatsache, daß das arterielle Blut früher und kräftiger gerinnt als das venöse. Auch dieser Unterschied ist auf den Einfluß der atmosphärischen Luft ohne Zwang zurückführbar. — Wie die stärkere Berührung des Bluts mit Luft die Gerinnung beschleunigt, läßt sich bei jedem Aderlaß beobachten. Hunter, Thackrah, Scudamore haben hierüber schon ihre Bemerkungen mitgetheilt und namentlich gefunden, daß einzelne Tropfen Blut eher gerinnen als größere Portionen. Von Belhomme und Anderen ist die Einwirkung der Größe, Stärke und Länge des Blutstroms und die Beschaffenheit des auffangenden Gefäßes auf die Bildung der Faserhaut ein Gegenstand vielfacher Beobachtung gewesen, deren Endresultat das ist: je mehr Berührung mit der Luft durch Langsamkeit des Abfließens, Länge des Blutstrahls, Flachheit der Schüssel, desto mehr wird die Entstehung der Faserhaut erschwert. Dies Resultat können wir hier ebenfalls benutzen, weil es leicht zu erweisen ist, daß nur deßhalb die Entstehung der Faserhaut verhindert wird, weil die Gerinnung des Bluts eher eintritt, als die Blutkörnchen sich gesenkt haben. — Die auffallende Beschleunigung der Gerinnung durch Schlagen des Bluts (nur 5 — 7 Minuten) muß zum größten Theil auch der Einwirkung der atmosphärischen Luft zugeschrieben werden. Nicht bloß der Anfang der Gerinnung wird durch dies Verfahren beschleunigt, sondern die Dauer des ganzen Vorgangs abgekürzt. Hat man ein abnorm langsam gerinnendes Blut vor sich, aus welchem man den festwerdenden Faserstoff durch langsames Rühren entfernt, so tritt ein Zeitpunkt ein, wo sich nichts mehr an das Stäbchen anlegt, außer wenn man jetzt, statt das Blut langsam zu schlagen, stark zu quirlen anfängt. — Ein interessantes hierher gehörendes Phänomen beobachtete, wie Scherer [1]) erzählt, Liebig: Frisches Blut war mit Glaubersalz gemischt: allmälig bildete sich auf demselben eine farblose Schicht, die zu festem Faserstoff gerann. Mehrmals ward diese Schicht weggenommen und immer gerann die obere Schicht von Neuem. — Daß nicht der Stickstoff, sondern der Sauerstoff der Luft derjenige Bestandtheil der Luft ist, welcher diesen Einfluß ausübt, suchte schon Fourcroy zu beweisen. — Nach Beddoes gerinnt das Blut von Thieren, die Sauerstoff geathmet haben, sehr rasch, und namentlich bei Tauben nach Schröder v. d. Kolk viel rascher als da, wo diese Thiere sauerstofflose Luft geathmet hatten. Scudamore fand, daß im Sauerstoff die Gerinnung früher als

[1]) Chemisch physiologische Untersuchungen. Annalen d. Chemie und Pharmacie. XI. 1. p. 16.

in der atmosphärischen Luft erfolge. Indessen ist der Unterschied nicht sehr auffallend, wie dies auch J. Davy gefunden. Unter der Luftpumpe will Krimer eine Verzögerung der Gerinnung gesehen haben. Nach Scudamore war dagegen das Blut unter der Luftpumpe stärker geronnen. J. Davy läugnet überhaupt irgend einen Einfluß der Luftpumpe auf die Gerinnungszeit. Bedenkt man, daß das Blut, wenn es unter die Luftpumpe gebracht wird, doch mit der Luft in Berührung gekommen ist, daß das Auspumpen Zeit erfordert, und daß die vermehrte Verdunstung und Abkühlung des Bluts auch in Anschlag gebracht werden müssen, so kann man auf dies Experiment, selbst wenn genauere Untersuchung des gerinnenden Bluts unter dem Recipienten möglich wäre, überhaupt wenig Werth legen. Mandl hat deßhalb das Blut aus dem Körper in einer luftleeren Röhre aufgefangen (ob dies möglich?); die Gerinnung konnte er aber auch dadurch nicht aufheben. Eben so wenig gelang es, eine Veränderung der Gerinnungszeit zu beobachten, als ich eine geköpfte Taube unter Quecksilber verbluten ließ und das Blut in eine mit Quecksilber gefüllte Röhre auffing. Das Blut war ganz dunkel. Die Contraction des Blutkuchens wird aber jedesmal bei Absperrung des Bluts vermindert. — Auch mit anderen Gasen hat man das Blut in Verbindung gebracht, um die Gerinnungszeit zu untersuchen. Die Kohlensäure, welche nach Nysten die Gerinnung befördert, schwächt dieselbe nach Thackrah, im geringen Grade verlangsamt sie nach Scudamore und J. Davy, und hebt sie sogar auf nach Arnold und Magendie. — Wasserstoffgas und Stickstoffgas verzögern nach Scudamore die Gerinnung ein wenig; die Gerinnung wird aber niemals aufgehoben. Auch Magendie, der ebenfalls mit Kohlenoxydgas experimentirte, sah bei keinem Gase das Blut flüssig bleiben.

Wie groß also der Einfluß der Luft und namentlich des Sauerstoffs auf die Gerinnung sei, liegt klar zu Tage. Daß das Blut auch in geschlossenen Höhlen des Körpers nach und nach gerinnt, in der Leiche Coagula bildet, läßt sich vielleicht aus dem Luftgehalte des Bluts erklären (s. unten »Luftgehalt des Bluts«); daß es durch den Zutritt der entzündlichen Aufschwitzung, durch Eiter- und Brandjauche fest wird, beweis't höchstens nur, es gebe noch andere Einflüsse als den Sauerstoff, welche den flüssigen Faserstoff in festen umwandeln können. — Daß das Athmen das Blut nicht zum Gerinnen bringt, kann kein Einwurf gegen die Wichtigkeit des Einflusses der Luft sein; denn so rasch bewirkt die Luft die Gerinnung nicht, daß das Blut, bevor es das Haargefäßsystem erreicht, wo die Wirkung der Luft wieder aufgehoben oder geschwächt wird, schon gerinnen müßte. Die Natur hat hier die weise Vorkehrung getroffen, daß, je träger bei einem Thiere der Kreislauf ist, desto weniger Gerinnbarkeit das Blut besitzt. Wenn das Einblasen einer kleinen Portion Luft in das Gefäßsystem eines Thieres nicht durch Gerinnung des Bluts tödtlich ist, so kann dies daher kommen, daß die Luft bald von den Blutkörperchen absorbirt oder in dem Haargefäßsystem umgewandelt, und auch bald durch die Lungen wieder ausgeschieden wird. Es könnte ferner als ein Widerspruch erscheinen, daß bei annähernder Ohnmacht und also schwächerem Athemholen die Gerinnbarkeit des Bluts sich vermehrt, wenn nicht die hellrothe Beschaffenheit des Bluts hier Aufschluß gäbe. Es erfolgt in der Ohnmacht zugleich mit sinkender Kraft des Herzens auch außerdem noch ein Collapsus der Haargefäße, so daß die Entziehung des Sauerstoffs aus dem Blute und die Bildung der Kohlensäure oder die Aufnahme derselben ins Blut durch beide Ursachen be-

schränkt wird. Ein ähnliches Verhältniß findet wahrscheinlich bei der plötzlichen Herabsetzung des Nervensystems Statt. — Ueber diese interessanten Thatsachen würden wir wahrscheinlich dann mehr Aufklärung gewinnen, wenn wir nur erst wüßten, auf welche Weise die Luft das Blut so verändert, daß der Faserstoff nicht mehr in demselben aufgelöst bleiben kann. Die Einen nehmen mit Scudamore an, daß nur das Entweichen der Kohlensäure die Gerinnung bewirke, die Anderen, und zu diesen gehören viele der jetzt lebenden Physiologen, daß die Bildung der Kohlensäure durch den Sauerstoff die Veranlassung zur Gerinnung abgebe; noch Andere, z. B. Schultz, vermeiden jede chemische Erklärung, indem sie den Sauerstoff nur für einen Reiz erklären, der die Gerinnung anregt.

Die Ansicht, daß die Gerinnung ein Lebensvorgang sei, der nur von der Lebenskraft abhänge, die in Thackrah ihren Hauptvertheidiger fand, ist eigentlich von Hunter ausgegangen; auch Prater und Schultz haben sie verfochten. Nach Letzteren ist die Gerinnung ein Vorgang ohne alle chemische Veränderung des Bluts, nur ein Erstarren der inneren Lebensbewegungen. Selbst Magendie, der sonst der Lebenskraft wenig Einfluß auf die Vorgänge des Lebens zugesteht, erkennt an, daß die Gerinnung ein zur Hälfte [1]) oder ganz [2]) vitales Phänomen sei. So dunkel ist bis jetzt noch dieser Vorgang. Wir wollen die Gründe aufzählen, welche zu Gunsten der biodynamischen Theorie der Gerinnung sprechen. Wir stellen sie der chemischen gegenüber, der zu Folge die bei der Gerinnung zum Blute tretende oder in demselben diffundirte Luft eine Veränderung hervorbringt. — Thackrah hält seine Versuche über die Wirkung der Wandungen frischer Blutgefäße auf die Verzögerung der Gerinnung für die sicheren Beweisgründe, daß die Gerinnung nur bei dem Aufhören des Einflusses der Lebenskraft erfolge. Er fand nämlich, daß das Blut, in einer frisch aus dem Körper ausgeschnittenen Vene eingeschlossen und in Wasser von 30° R. gelegt, eben so wenig als in einem Gefäße des lebenden Körpers eingeschlossen gerinnt, und daß es bei der gewöhnlichen Temperatur wenigstens eine halbe Stunde in der Vene flüssig bleibt, während es in einer Ader eines vor 24 Stunden oder noch früher, selbst zuweilen vor einer Stunde getödteten Thiers ganz eben so wie in freier Luft gerinnt. Die Richtigkeit dieser Thatsachen läßt sich zwar nicht bestreiten, wohl aber ihre Beweiskraft. Wollten wir auch annehmen, das Blut sei, was schon sehr unwahrscheinlich ist, bei dem Eindringen in die erkaltete Vene mit der atmosphärischen Luft eben so wenig in Berührung gekommen, als das in der lebenden Vene eingeschlossene, und es sei nicht eben schon hier die Ursache jener Verschiedenheit der Gerinnungszeit aufzufinden, so bleibt noch ein anderer Umstand übrig, der die Argumentation Thackrah's entkräftet. Es ist nämlich allgemein anerkannt, daß die Membranen nach dem Tode für die Imbibition viel empfänglicher sind, als im lebenden Körper; die Luft dringt durch eine Vene, die so frisch aus dem Körper ausgeschnitten ist, sehr schwer ein oder aus (selbst nicht unter der Luftpumpe), viel leichter dagegen durch eine schon längere Zeit an der Luft gelegene. Dies Alles hat Thackrah übersehen. Gleiche Erklärung läßt die Verschiedenheit der Gerinnung des Bluts in den Leichen zu. Da, wo das Blut in der Leiche noch nicht geronnen, aber noch gerinnbar ist, wird man auch wenige Spuren der Durchschwitzung der Galle, des Darm-

[1]) A. a. O. p. 290.

[2]) Ebend. p. 99.

gases u. s. w. bemerken. — Eine zweite Reihe von Beweisen hat man aus der Gerinnungszeit des Bluts in Krankheiten und anderen abnormen Zuständen entnommen. Thackrah stellt den allgemeinen Satz auf: je mehr die Nervenkraft darnieder liegt, desto schneller gerinnt das Blut. Zuweilen gerinnt es übrigens, wie der genannte Physiologe selbst eingesteht, bei gesunkener Lebenskraft viel später als das normale, dann aber äußerst langsam und nie vollständig. Dies zeigt schon an, daß hier eine chemische Ursache vorhanden sein müsse. — Im Typhus abdominalis beobachtete ich einmal ein Blut, welches langsam und unvollständig gerann, des Tags darauf wieder ganz flüssig wurde. Ich habe damals die Analyse dieser Flüssigkeit versäumt, glaube aber nicht, daß Jemand daran zweifeln könne, die Eigenthümlichkeit dieses Bluts habe in einer abnormen chemischen Zusammensetzung, nämlich in einem Vorwalten eines Alkalis (Ammoniaks?) ihren Grund gehabt. Vor Kurzem fing ich das Blut eines dem Anscheine nach gesunden Huhns auf. Zu meiner Verwunderung gerann es erst ungefähr nach 12 Minuten. Bei der Analyse fand ich die Menge der Salze um die Hälfte vermehrt. Ein anderes Mal sah ich das Blut einer Gans erst nach einer halben Stunde gerinnen; die Menge der Salze war fast um ein Drittheil vermehrt. Man müßte blind sein, um hier nicht einen causalen Zusammenhang zwischen der Gerinnungszeit und dem Salzgehalte des Bluts zu erkennen. Dies zugestanden, wird man dann nicht auch die Möglichkeit einräumen müssen, daß die Abweichungen in den Gerinnungszeiten bei anderen Krankheiten aus chemischen Verhältnissen einst hergeleitet werden? Freilich läßt sich bei dem jetzigen Stand der pathologischen Chemie dies nicht beweisen, aber manches auf den ersten Blick Unerklärliche läßt sich schon bloß aus der Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft begreifen, so z. B. daß in Krankheiten mit sehr beschleunigtem Pulse, nach Anwendung eines heißen Bades, ferner bei Verblutung gegen Ende des Lebens die Gerinnung rascher erfolgt. Die Berührung mit der Luft wird in beiden Fällen, dort durch den vermehrten Umtrieb des Bluts, hier durch die relativ zur einwirkenden Luftmenge verminderte Quantität Bluts befördert. Denn sonst habe ich in der Agonie durch andere Ursachen bei Thieren immer ein auffallend langsam gerinnendes Blut gefunden, wenn auch die Tage vorher bei heftigem Fieber die Gerinnung beschleunigt war. Andere Thatsachen, die man zur Unterstützung der Thackrah'schen Ansicht erwähnt findet, z. B. daß die plötzliche Zerstörung des Rückenmarks, das zu Tode Hetzen der Thiere, die Beimischung von Narcotica die Gerinnung des Bluts hindere, beruhen auf einem Irrthum. Aber freilich giebt es noch manche Erscheinungen, die, weil wir sie jetzt noch nicht näher erklären können, verhindern, jene Ansicht als eine unhaltbare bei Seite zu schieben. So lange man noch Hypothesen zu Hülfe nehmen muß, um alle Abweichungen in der Gerinnung chemisch zu erklären, so lange kann man es den Physiologen nicht verwehren, der Lebenskraft einen directen Einfluß auf die Gerinnung einzuräumen. Stellte es sich einmal ganz klar heraus, was die chemische Ursache der Gerinnung ist, wie denn eine solche doch höchst wahrscheinlich existirt, da kein vitaler Vorgang, der nicht materiell begründet wäre, denkbar ist, so würde auch bald zu finden sein, wie die Lebenskraft, oder, um dies zweideutige Wort zu vermeiden, der Einfluß des lebenden Körpers, nicht direct, sondern erst vermittelst jenes chemischen Verhältnisses, auf die Gerinnung einzuwirken im Stande ist.

Haben wir nun der Thackrah'schen Ansicht so weit als möglich ihr Recht widerfahren lassen, so können wir dieselbe nicht verlassen, ohne auch gezeigt

zu haben, wie es viele Erſcheinungen giebt, die mit derſelben durchaus nicht in Einklang gebracht werden können. Bei ſinkender Lebenskraft, ſagt Thackrah, gerinnt das Blut früher. Wie kommt es aber, fragen wir, daß bei den pflanzenfreſſenden Hausthieren nur im entzündlichen Fieber die Gerinnung beſchleunigt iſt, in allen Arten des aſtheniſchen und hektiſchen Fiebers, bei Pferden und Wiederkäuern, das Blut äußerſt ſpät feſt wird und oft nur unvollſtändig gerinnt? Wirkt die Lebenskraft das eine Mal anders als das andere Mal? Iſt es ferner möglich, die Gerinnung für ein vitales Phänomen zu halten, wenn man das Blut einfrieren laſſen kann, ohne daß es dadurch die Fähigkeit, nach dem ſpäter erfolgenden Aufthauen zu gerinnen, verliert? oder wenn man beobachtet, daß eine hydropiſche, wenig thieriſche Beſtandtheile, aber viele Salze, beſonders kohlenſaures Alkali haltende Flüſſigkeit erſt 24 — 36 Stunden nach dem Abzapfen ein Gerinnſel bildet? Wie hat ſo lange Zeit hindurch der vitale Einfluß fortdauern können? Weiterer Einwürfe bedarf es wohl kaum.

Bisher haben wir nur diejenige Meinung berückſichtigt, nach welcher die Gerinnung als eine Lebenserſcheinung auf einen äußern Reiz erfolgt; nach einer andern iſt ſie der Todesact des Bluts und ſteht der Todesſtarre der Muskeln gleich. Mit dieſer hat ſie aber wenig Aehnlichkeit in ihrem äußern Verhalten; ob im inneren, läßt ſich um ſo weniger angeben, als die nächſte Urſache der Todesſtarre noch ſehr dunkel iſt. Die Steifheit der Muskeln läßt nach einiger Zeit wieder nach, während der Faſerſtoff in ſeinem geronnenen Zuſtande bis zur Fäulniß verharrt. Daß nun die Gerinnung des Bluts aus dem Nachlaſſen der lebendigen Einwirkung des Körpers erfolge, läßt ſich übrigens auch gar nicht mit der allgemein anerkannten Anſicht in Uebereinſtimmung bringen, daß durch das Feſtwerden des Faſerſtoffs der thieriſche Körper unter der Einwirkung der Lebenskraft gebildet werde.

Wir betrachten ſchließlich noch die über die Wirkung verſchiedener Zuſätze zum friſchen Blute in Beziehung auf die Gerinnung gemachten Verſuche. Im Ganzen haben die von Hewſon, Hunter, Magendie, Hamburger und J. Davy mitgetheilten Beobachtungen der Wiſſenſchaft wenig Nutzen gebracht, weil man nicht die nothwendige Rückſicht auf die Concentration der zugemiſchten Löſungen nahm und meiſt die Stoffe in ſolcher Doſis anwandte, daß auf den Zuſtand des Faſerſtoffs im Blute eben ſo wenig wie auf die Wirkung dieſer Stoffe auf das Blut im lebenden Menſchen ein Schluß möglich war. Man gab ferner auch zu wenig Acht darauf, ob der Faſerſtoff allein, oder mit dem Eiweiß zugleich, oder, wie auch der Fall vorkommt, dies erſt einige Zeit nach jenem niedergeſchlagen wird, ob der Faſerſtoff durch den Zuſatz eine Zerſetzung erfährt, oder nur die Fähigkeit zu gerinnen verliert. Und doch hatte Hewſon hier ſchon den richtigen, auch von Prater zum Theil verfolgten Weg vorgezeichnet, indem er entdeckte, daß die Gerinnung, welche durch manche Subſtanzen und Salze aufgehoben war, wieder durch Zuguß von vielem Waſſer möglich wird. Auch durch Saturation des Alkalis oder der Säure, falls dieſelbe nur ſehr ſchwach und mit vielem Waſſer verſetzt ſind, läßt ſich eine gleiche Wirkung auf die flüſſig gebliebene Miſchung hervorbringen. Die höchſt intereſſanten Verſuche über die Wirkung der im Blute normaler oder abnormer Weiſe vorfindlichen Stoffe ſollten alle noch einmal in ganz kleinen Doſen und mit verſchiedenen Mengen Waſſer verdünnt durchprobirt werden, wobei man nachher, falls die Gerinnung aufgehoben, die erſten Zuſätze durch neue neutraliſiren, oder präcipitiren, oder noch mehr verdünnen müßte. Ich habe bei

einigen Stoffen schon neuerdings angefangen und den gewöhnlichen Angaben widersprechende Erfolge gesehen. — Bei allen diesen Versuchen über die Wirkung fremdartiger Beimischungen zum frischen Blute muß man zuförderst zwei Punkte nicht übersehen, die sonst leicht Verirrung anstiften: erstens, daß fast alle Stoffe, falls sie in äußerst geringer Quantität dem Blute zugesetzt werden, sei es als Pulver oder in Auflösung, die Gerinnung beschleunigen, selbst wenn sie auch in nur etwas stärkerer Dosis dieselbe aufheben. Außer dem kaustischen Natron und Kali giebt es keinen Stoff, der als 1 Theil in 1000 Theilen Blut (Berzelius) die Gerinnung schon verzögert. Bei allen übrigen Substanzen, z. B. bei den meisten Mittelsalzen, beschleunigen die Gerinnung noch viel größere Dosen, z. B. von Kochsalz $^{28}/_{1000}$. Nur von den kohlensauren Alkalien muß man ebenfalls sehr kleine Portionen anwenden, um eine Beschleunigung der Gerinnung zu bewerkstelligen; $^{5}/_{1000}$ halten dieselbe noch auf, während dies Verhältniß bei den übrigen Salzen noch die Beschleunigung hervorruft. Wahrscheinlich ist die hauptsächlichste Ursache dieser Beschleunigung die durch das Schütteln hervorgebrachte stärkere Berührung mit der Luft und die dabei erfolgende Abkühlung; möglich ist, daß auch der Contact mit der fremdartigen Substanz selbst die Gerinnung anregen könne. Zu dieser Vermuthung veranlaßt mich die von mir gemachte Beobachtung, daß eine Verdünnung mit dem achtfachen Wasser die Gerinnung mehr verzögert, als wenn in dieser Flüssigkeit außerdem noch kleine Quantitäten Salz aufgelöst sind. Zweitens darf man nicht übersehen, daß jede Substanz, falls sie in einer großen Menge mit dem frischen Blute rasch gemischt oder gemengt wird, die Gerinnungszeit hinausschiebt, wahrscheinlich, indem sie die Faserstoffpartikelchen von einander entfernt hält; denn schon das reine Wasser, welches gar keine andere Wirkung als eine mechanische haben kann, vermag in kleinen bis das Doppelte des Bluts übertreffenden Mengen dieselbe zu beschleunigen, in größeren, acht bis vierzigfachen, dagegen dieselbe zu verzögern. Auch manche andere indifferente Lösungen halten vermuthlich aus demselben Grunde die Gerinnung auf, so die Lösung von Gummi arabicum (kleine Portionen beschleunigen aber), verdünntem Vogeleiweiß, Serum, Milch, Urin, Zuckerwasser. Was das letztere anbelangt, so wäre vielleicht eine concentrirte Lösung fähig, den Faserstoff chemisch zu verändern, weil der Zucker mit dem Eiweiß eine Verbindung eingeht und dessen Gerinnung durch Hitze und Säuren vermindert. In Betreff des Blutwassers habe ich noch zu bemerken, daß dies auf den Faserstoff nicht immer wie eine chemisch indifferente Flüssigkeit wirkt. Ich vermischte einst ungeronnenes Blut aus der Leiche einer Frau mit verschiedenen Arten von Serum. Das vom Menschen und vom Kalbe brachten keine Veränderung hervor, das von einem Schweine bewirkte aber auf der Stelle eine Gerinnung des im Blute aufgelöst gehaltenen Faserstoffs. — Aus diesen Vorbemerkungen wird man sehen können, wie viel bei den Untersuchungen über die Wirkung der verschiedenen Zusätze auf die Gerinnung des Bluts zu beachten ist, und wie wünschenswerth es ist, daß Jemand den Gegenstand mit der nöthigen Genauigkeit nochmals einer genauen Prüfung unterzieht. Hätte Hamburger auf diese Verhältnisse Rücksicht genommen, so würde er sich gehütet haben, früheren Beobachtungen unbedingt zu widersprechen. Wir wollen jetzt die Wirkung der Alkalien, Salze, Säuren und verschiedener vegetabilischer und animalischer Stoffe näher betrachten.

1) Die Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) heben die Gerinnung gänzlich auf, indem sie mit dem Faserstoff, so wie mit dem Eiweiß eine

chemiſche Verbindung eingehen; deßhalb vermögen ſpätere Zuſätze von Waſſer die Gerinnung nicht hervorzubringen. Säuren fällen den Faſerſtoff nachher mit dem Eiweiß in Flocken, falls ſehr viel Alkali dem friſchen Blute zugeſetzt war. Man kann übrigens durch eine dünne Solution von Natron caust., ſo wie auch von Natron carb. die Gerinnung aufheben, ohne daß dadurch die Fähigkeit des Faſerſtoffs, nach Neutraliſation des Alkalis durch Eſſigſäure auf normale Weiſe zu gerinnen, aufgehoben wird. Ich miſchte friſches Blut mit der ſiebenfachen Menge Waſſer, worin auf 580 Theile 1 Theil kauſtiſches Natron gelöſ't war, eine andere Portion Blut mit einer etwas concentrirten Löſung von Natron carb. Keine Gerinnung erfolgte. Nach einigen Stunden ſetzte ich allmälig ſo viel Eſſigſäure hinzu, daß ungefähr drei Tropfen derſelben auf 1 Gran Alkali kamen. Jetzt fing das Blut an zu gerinnen, eben ſo vollſtändig, als wenn kein Alkali mit dem Faſerſtoff in Verbindung geweſen wäre. Am meiſten und den feſteſten Faſerſtoff lieferte die Miſchung mit dem kauſtiſchen Natron. Bei fernerem Zuſatz von Eſſigſäure fiel in der Miſchung mit Natron carb. nur eine flockige Maſſe zu Boden. — Kauſtiſches Ammoniak zu 1—4 Tropfen auf 1000 Theile Waſſer und eben ſo viel Blut beſchleunigte in meinen und Prater's Verſuchen die Gerinnung und verminderte nicht die Zuſammenziehung des Blutkuchens, wirkt alſo nur ſchwach auf den Faſerſtoff. In etwas größerer Menge verlangſamt es die Gerinnung und verhindert die Zuſammenziehung des Blutkuchens. Erſt durch ſtarken Zuſatz vermag es die Gerinnung ganz aufzuheben, die ſelbſt dann noch, wenn die Zerſetzung des Faſerſtoffs nicht vollſtändig iſt, durch Zuſatz von Waſſer wieder möglich wird. Auch Kalk verzögert die Gerinnung (Prater); in größeren Mengen verwandelt er in kurzer Zeit das Blut in eine grünliche, dicke, bröcklige Maſſe. — Magneſia hebt die Gerinnung auf und verflüſſigt das Blut (J. Davy). — 2) Die alkaliſchen und löslichen erdigen Salze aus Natron, Kali, Ammoniak, Magneſia, Baryt und Kalk mit Kohlen-, Eſſig-, Salpeter-, Phosphor-, Weinſtein-, Citronen-, Bor-, Schwefel- und Blauſäuren, ſo wie die Chlorſalze beſchleunigen die Gerinnung, falls ſie in ſehr geringen Mengen dem Blute zugeſetzt ſind (ſelbſt bei kohlenſaurem Natron, das faſt ſo kräftig wie kauſtiſches Alkali auf den Faſerſtoff einwirkt, iſt dies nach Prater der Fall), vermindern darauf die Zuſammenziehungskraft des Faſerſtoffs, verzögern in ſtärkeren Löſungen die Gerinnung und hindern dieſelbe in dem ſtärkſten Grade ihrer Einwirkung gänzlich. Nur diejenigen Salze, welche das Blut auch in concentrirter Löſung nicht röthen, haben eine andere Wirkung, hindern nämlich die Gerinnung entweder nicht (wie die chlorſauren, chromſauren Salze und Jodſalze), oder machen das Blut durch Präcipitation des Eiweißes dick (wie die kleeſauren, hydrothionſauren und bei langer Einwirkung auch die ſauren weinſteinſauren Salze). Je röther ein Salz in ſchwacher Löſung das Blut färbt, deſto kräftiger wirkt es auf den Faſerſtoff ein. Aus jedem durch ein Salz flüſſig erhaltenen Blute läßt ſich vermittelſt Verdünnung mit Waſſer der Faſerſtoff niederſchlagen, entweder indem die Gerinnung der Miſchung zu einer Gallerte erfolgt, oder indem ſich Häutchen und Flocken bilden. Hewſon hatte zwar von der Miſchung des Bluts mit Salmiak, ſchwefelſaurem Kali und ſchwefelſaurer Magneſia angegeben, daß das Waſſer ſpäter den Faſerſtoff in derſelben nicht mehr zum Gerinnen bringe, allein Prater zeigte, daß dies doch noch, wenn auch nicht ſo vollſtändig wie bei anderen Salzen und nicht in der Form der Gallerte, Statt finde. Er machte ferner die Beobachtung, daß, wenn man gleiche

Mengen Blut durch gleich große Zusätze von Salz flüssig erhält und dasselbe nachher durch Zuguß von Wasser wieder zum Gerinnen bringt, derselbe Unterschied in den Gerinnungszeiten zwischen den einzelnen Blutmengen wahrgenommen wird, der sich in frischem unvermischtem Blute zeigt, wie dies z. B. zwischen den während Verblutung eines Thiers gelassenen verschiedenen Portionen Blut der Fall war. Daß übrigens der Zusatz von Wasser nicht allen Faserstoff zum Gerinnen bringt, sondern weniger, als wenn die Beimischung eines Salzes nicht stattgefunden hatte, hat Schultz dargethan. — Die die Gerinnung verzögernden oder aufhebenden Salze sind nun in dieser Beziehung nicht alle von gleicher Kraft. Obenan stehen die kohlensauren Salze, denen sogleich die essigsauren folgen; die Chlorsalze, schwefelsauren Salze und die Chlorverbindungen machen den Schluß (10/1000 Kochsalz verzögert sehr wenig). Das kohlensaure Ammoniak verlangsamt nach Prater nur die Gerinnung, hindert dieselbe aber nicht. Das doppeltkohlensaure Natron wirkt nach meinen Versuchen schwächer als das kohlensaure. Zu 14/1000 hebt es die Gerinnung noch nicht auf, sondern verlangsamt dieselbe nur, etwas mehr jedoch als eben so viel Kochsalz. Bittersalz und Salmiak müssen in großer Menge zugesetzt werden, um die Gerinnung aufzuheben. Auch die anderen schwefelsauren Salze wirken noch nicht zu 14 auf 1000, während kohlensaures Natron als 7/1000 die Gerinnung stundenlang verzögert. Das blausaure Salz, welches J. Davy prüfte, war dreifach blausaures Kali. Cremor tartari soll nach ihm die Gerinnung aufheben und das Blut flüssig machen; nach Hamburger wirkt es wie die freie Weinsteinsäure. Es muß jedoch nach Hünefeld in großer Menge zugesetzt werden. Ich fand, daß ℥j auf ℥j Blut die Gerinnung bis auf wenig Gerinnselbildung gewöhnlich aufhob; das sich an der Oberfläche ansammelnde Serum war ganz trübe; Zusatz von Wasser präcipirte nur einen kleinen Theil Faserstoff; die größte Menge desselben war also zersetzt. Die Barytsalze (salpetersaurer Baryt und Chlorbaryum) sind von J. Davy angewandt. Von letzterm hinderten in meinen Versuchen ℥jj einer concentrirten Lösung ℥j Blut an der Gerinnung; keine Faserstoffschollen fanden sich bei der mikroskopischen Untersuchung; Wasser bildete nachher etwas weniger flockiges, mikroskopisch feinkörniges Gerinnsel. — Von den unlöslichen erdigen Salzen erfahren wir, daß kohlensaurer Kalk in großer Menge die Gerinnung verlangsamt (Prater), kohlensaure Magnesia dieselbe aufhebt und das Blut flüssiger macht (J. Davy), und der schwefelsaure Kalk sogleich ein braunrothes Coagulum bewirkt (Hamburger). — Die Verbindungen der Alkalien mit Schwefel zersetzen das ganze Blut augenscheinlich. (Auch faules Wasser hebt nach Magendie die Gerinnung auf.) 3) Von der Wirkung der Metallsalze auf die Gerinnung des Bluts wissen wir durch Prater und J. Davy, besonders durch Hamburger Manches, jedoch noch nicht das Wesentlichste. Diejenigen Salze, welche das Eiweiß coaguliren, präcipitiren wahrscheinlich mit dem Eiweiß zugleich den Faserstoff, indem sie das Blut entweder sogleich in braunschwarzes Coagulum (wie salpetersaures Silber, Queckſilberoxyd und Chloreisen), oder (wie das schwefelsaure Kupfer) in eine eben so gefärbte, ölartige, syrupähnliche Flüssigkeit, oder (wie das essigsaure Blei) in einen hellrothen dicklichen Brei umwandeln. Die übrigen Zink- und Eisensalze außer dem Jodeisen, welches die Gerinnung nicht hemmt, verflüssigen das Blut, röthen dasselbe zum Theil und hindern die Gerinnung. Ob aber dabei der Faserstoff zerstört wird, oder nachher durch Zusatz von Wasser noch gerinnbar ist, hat man noch

nicht in Erfahrung gebracht. — 4) Die Säuren sind alle im Stande, die Gerinnung aufzuheben, die Mineralsäuren stets durch Zersetzung des ganzen Bluts; die vegetabilischen (namentlich die von mir mehrfach geprüfte Essigsäure) können in sehr verdünntem Zustande, zu 1—2 Tropfen mit Wasser verdünnt auf 1000 Theile Blut, die Gerinnung beschleunigen, zu 2—5 Tropfen verlangsamen sie nur dieselbe und heben dieselbe in stärkeren Zusätzen gänzlich auf, indessen, so lange die Farbe des Bluts noch hellroth bleibt, nicht immer so, daß nicht Verdünnung des Bluts mit Wasser die Gerinnung noch möglich macht. In concentrirten Lösungen wirken die vegetabilischen Säuren aber eben so zersetzend wie die Mineralsäuren; kein Zusatz Wasser schlägt dann den Faserstoff nieder. Sowohl von der Essigsäure als von der Milch-, Citronen-, Weinstein- und selbst von concentrirter Blausäure (nach Prater) ist Letzteres bewiesen. Nach Hamburger verhindern die Mineralsäuren selbst in sehr verdünntem Zustande die Gerinnung und machen das Blut dunkel, und nach Magendie hemmt 1 Tropfen Schwefelsäure die Gerinnung von 5 Centiliter Blut. Ich mischte einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure, der mit ℥ß Wasser verdünnt war, mit ℥j Blut; die Gerinnung trat fast zur normalen Zeit ein, obgleich das Blut ganz dunkel gefärbt wurde. Die Salzsäure, zu 8 Tropfen mit 8000 Theilen Wasser verdünnt, goß ich zu 1000 Theilen frisches Kalbsblut, ohne daß Gerinnungszeit oder die Farbe des Bluts sich änderten. Die Gerinnsel waren nur weniger fest. Ein anderes Mal wandte ich eine noch kleinere Menge Salzsäure an (2 Tropfen auf 1000 Theile Blut), und das Blut gerann erst nach 1 Stunde 15 Minuten. Eben so ward eine mit 8 Tropfen Essigsäure behandelte Portion Blut erst nach 1 Stunde 30 Minuten fest. — Die Wirkung anderer Stoffe anlangend, so haben die Versuche von Hunter, Prater, Magendie, J. Davy und Hamburger keineswegs übereinstimmende Resultate gegeben, was aus den früher angegebenen Gründen leicht begreiflich ist. Hunter sah Verzögerung der Gerinnung durch Opium und Chinadecoct, aber nicht durch Columbo und Gentiane. Nach Fontana wirkt Extract von Hyoscyamus und Belladonna ganz wie Opium, Viperngift aber gar nicht. Nach Prater hindern Rhabarber, Myrrhe, Taback, Thee und Kaffee die Gerinnung, die beiden ersteren Substanzen sogar in dem Grade, daß auch der Zusatz von Wasser nachher nicht mehr die Gerinnung bewirkt; adstringirende und scharfe Mittel, wie Pfeffer und Euphorbium, sowie die Narcotica und Extracte von Opium, Belladonna, Cicuta, Hyoscyamus, Mohnsamen, verspäten dagegen nur den Vorgang. Die Blausäure hat nur wenig Wirkung, während Cyangas nach Hünefeld das Blut ganz flüssig erhält. Upas-tieute Gift verhindert nach Krimer ebenfalls die Gerinnung. Nach J. Davy heben Rhabarber, Ipecacuanha, Cinchonin, Columbo, Myrrhe, Ratannhia, Jalappe, Extract von Belladonna, Digitalis, Conium, Sarsaparille die Gerinnung auf. Nach Hamburger dagegen beschleunigen die Narcotica die Gerinnung, z. B. Abkochung von Herba digitalis, Morphium aceticum, Strychninum nitricum und Tabacksdestillat. Eine Auflösung von Opium und eine Abkochung von Nux vomica hatten aber nach ihm keine Wirkung. Eben so wenig Decoct und Infusum von Coloquinthen, Jalappenharz, Rad. Colchici, Ipecacuanha, gebranntem Kaffee. Die Adstringentia erzeugen im Augenblicke der Beimischung ein Coagulum (wahrscheinlich durch Niederschlagen des Eiweißes). Ueber die Wirkung des Tabacksdestillats hat auch Schultz Versuche angestellt. Größere Portionen verspäten beträchtlich die Gerinnung und hindern die Aus-

ſcheidung des Blutwaſſers; kleine wirken gerade umgekehrt. Nach Prater verhindern Terpentinöl, Weingeiſt und Aether, in großer Menge zugeſetzt, die Gerinnung. Wie er dies von Aether behaupten kann, begreife ich nicht recht, da nach allgemeiner Annahme Aether den friſchen Faſerſtoff fällt. — Jodine befördert die Gerinnung des Bluts nach Magendie. Die Galle verzögert, ſchwächt oder hemmt mehr oder weniger die Gerinnung nach dem Verhältniſſe ihrer Menge; dieſe Wirkung iſt dem Gehalte an Natron zuzuſchreiben.

Prater hat außer dem Einfluß der eben genannten Subſtanzen auf die Gerinnungszeit auch noch bei der Anwendung derſelben auf das ſchon geronnene Blut deren Einfluß auf die Ausſcheidung des Blutwaſſers geprüft und iſt zu dem Reſultat gekommen, daß manche, wie die Neutralſalze, Ammoniak, Opium, ſowie auch Wärme, die Zuſammenziehung des Kuchens verlangſamen und andere, wie Ipecacuanha, Strychnin, kohlenſaurer Kalk, Taback, dieſelbe beſchleunigen.

Es exiſtiren nun auch zahlreiche Beobachtungen über den Zuſtand des Bluts in Betreff der Gerinnung nach Vergiftungen, ſo wie auch nach anderen das Leben beſchränkenden Einflüſſen; leider iſt auch hier wenig Uebereinſtimmung zu finden, weder unter den einzelnen Beobachtungen und Verſuchen, noch, wo dieſe vorhanden, zwiſchen dem Befund im Körper und dem Reſultat der Vermiſchung eines Stoffs mit dem friſchen Blute. Und dieſe Verſchiedenheit betrifft nicht etwa bloß die Gerinnung, ſondern auch die Farbe des Bluts. Wir können aus dieſen Gründen in keinem einzigen Falle aus der Wirkung eines Stoffes auf das Blut außerhalb des Körpers uns einen Schluß in Betreff der Wirkung deſſelben auf das kreiſende Blut erlauben. Selbſt die Injection einer fremdartigen Subſtanz in die Ader verändert das Blut ganz anders, als eine Miſchung mit dem friſch gelaſſenen, und die Einſpritzung einer ganz indifferenten vermag wider Erwarten die Gerinnung auffallend zu beſchleunigen, wie ich z. B. dies nach Infuſion von Oel wahrnahm. Es iſt hier überhaupt nicht der Ort, die Wirkung der verſchiedenen in den Kreislauf aufgenommenen Subſtanzen auf die Beſchaffenheit des Bluts zu unterſuchen; ich will hier nur erwähnen, daß ich eine Menge von Subſtanzen, Alkalien, Säuren, Salze und einfache Stoffe, die auf die Gerinnung des Bluts außerhalb des Körpers einwirken, zu Verſuchen an Thieren benutzt habe. Blieben die Thiere am Leben, ſo konnte ich an ihrem Blute in Beziehung auf die Gerinnung ſehr wenig Abweichendes bemerken; ſtarben ſie, ſo fand ich ſelten das, was man hatte erwarten können. So war z. B. das Blut bei einer durch Salpeter vergifteten Ziege ganz feſt geronnen, aber bei einem durch längern Gebrauch von ſalpeterſaurem Baryt geſtorbenen Hunde größtentheils flüſſig. Nach längerm Gebrauch von kohlenſauren Alkalien glaube ich mehrmals eine Verlangſamung der Gerinnung beobachtet zu haben. Nach kohlenſaurer Magneſia trat dagegen die Gerinnung ſehr früh ein. Ganz auffallend und ganz regelmäßig war die Wirkung des Phosphors (zu 1 — 2 Tropfen in Oel auf 3 Tage gegeben) bei Hunden; das Blut hatte jedesmal ſeine Gerinnbarkeit vollſtändig verloren; auch nicht das geringſte Gerinnſel war an irgend einer Stelle des Körpers zu finden. Wodurch der Phosphor ſo kräftig einwirkt, war aus der Analyſe des Bluts nicht zu beſtimmen. Daß der Phosphor durch eine eingegangene Verbindung dieſe Wirkung erlangte, ſcheint höchſt wahrſcheinlich. Ich werde übrigens an einem andern Orte eine größere Reihe von Verſuchen über die Wirkung verſchiedener Arzneiſtoffe auf die Miſchung des Bluts mittheilen.

Bildung der Faserhaut. Es ist schon oben erwähnt worden, daß zuweilen vor der Gerinnung des Bluts die Blutkörperchen in der faserstoffhaltigen Flüssigkeit sich senken. Nach der Gerinnung des Bluts ist dasselbe dann mit einer weißlichen Schicht Faserstoff bedeckt, die auf dem vom Serum geschiedenen Blutkuchen dann wie eine Haut zu liegen scheint, weßhalb ihr der Name »Haut,« »Kruste,« »Corium« gegeben worden. Unzählige Theorieen sind über die Entstehung dieser Haut schon von den Aerzten aufgestellt, und obgleich man heut zu Tage weiß, daß dieselbe geronnene Blutflüssigkeit ist, so hat man doch über die nächste Ursache, weßhalb die Ansammlung derselben an der Oberfläche des Bluts vor der Gerinnung zu Stande komme, noch zum Theil falsche Ansichten. Gewöhnlich wird die Verspätung der Gerinnung einzig und allein für die Ursache davon angesehen, indem man behauptet, daß in der Entzündung, wo die Faserhaut am häufigsten vorkommt, die Gerinnung des Bluts verspätet sei, und ein Zusatz von Substanzen, welche die Gerinnung verlangsamen, eine Faserhaut erzeuge. Allein so gern ich auch den großen Einfluß der Gerinnungszeit auf die Entstehung jenes Phänomens zugestehe, so sehr muß ich doch mit J. Davy[1]) dagegen protestiren, daß dieselbe allein als Ursache angesehen wird; denn es bildet sich auch zuweilen eine Faserhaut auf sehr schnell gerinnendem Blute, und jede Verspätung der Gerinnung, z. B. durch Kälte, bewirkt nicht immer die Entstehung einer Faserhaut, so wie auch krankhaft langsam gerinnendes Blut sehr oft gar keine Spur einer Kruste zeigt. Ich habe dies Alles in meiner Schrift über das Blut mit Beispielen belegt. Zugleich habe ich dort nachgewiesen, daß auch in dem geschlagenen Blute der Unterschied, welcher in dem frischen Blute in Hinsicht auf Neigung zur Bildung einer Faserhaut sich zu erkennen giebt, noch immer insofern fortdauert, als die Blutkörperchen des faserhäutigen Bluts viel rascher sich zu Boden senken, als die des gesunden Bluts, so daß man aus einem einzelnen kleinen Tropfen Blut bestimmen kann, ob das Blut eines Aderlasses eine Faserhaut bilden wird oder nicht. — In der Regel steht die Zeit, in welcher die Blutkörperchen sich senken, in umgekehrtem Verhältniß zu der, in welcher das Blut gerinnt. Dies sehen wir deutlich bei den Thieren. Die Reihe: Pferd, Katze, Hund, Kaninchen, Ziege, Schaf, Ochs, Vögel, Schwein (d. h. zur Winterzeit; im Sommer senken sich im Schweineblut die Blutkörperchen schneller) ist diejenige, nach welcher die Blutkörperchen sich rascher oder langsamer senken, und sie ist fast gerade die umgekehrte von der, welche die Schnelligkeit der Gerinnung liefert. — Wir werden durch dies entdeckte Verhältniß also ganz besonders auf die Untersuchung der die Gerinnung des Bluts beschleunigenden und verzögernden Einflüsse als gleichzeitiger Ursachen der Faserhautbildung hingewiesen. — Das Senken der Blutkörperchen geschieht zunächst dadurch, daß sich dieselben mit einander zu Säulchen oder Rollen verbinden, wodurch sie leichter den Widerstand des Wassers bei dem Fallen überwinden. Worin liegt nun aber die Ursache dieses Phänomens, die vielleicht auch die der Verlangsamung und Gerinnung sein kann? Man hat die Vermehrung des Faserstoffs vielfach als eine solche angesehen. Allerdings enthält das faserhäutige Blut in der Regel mehr Faserstoff als normal gerinnendes, aber doch ist dies nicht immer der Fall. Und weßhalb bleibt der Unterschied im Senken der Blutkörperchen noch bemerkbar, nachdem aller Faserstoff durch Schlagen des Bluts

[1]) A. a. O. S. 43 u. 48.

entfernt worden? Behauptet man, daß hieran noch ein Rückhalt von Faserstoff Schuld sei, so ist dies eine unbeweisbare Hypothese, zu deren Stütze man die Beobachtung Hünefeld's, daß das Serum des entzündlichen Bluts stärker als das normale durch Aether getrübt werde (woraus Hünefeld auf Anwesenheit des Faserstoffs nicht mit vollem Rechte schließt), anführen könnte, wenn nicht das Blutwasser bei Hammeln, Schweinen und Hunden durch Aether meist noch stärker gelatinirte, ohne daß bei den beiden ersten Thieren die Blutkörperchen eine große Neigung zum Senken besitzen. Die Neigung der Blutkörperchen, sich mit einander zu verbinden, an einander zu haften und sich zu senken, kann nun entweder von einer Eigenthümlichkeit der Blutkörperchen, oder von einer besondern Beschaffenheit des Blutwassers abhängen. Ich glaube, daß Beides der Fall sein könne, schon früher bewiesen zu haben. Was die Blutkörperchen anbetrifft, so ist augenscheinlich, daß dieselben, je dunkler sie sind, desto stärker sich vereinigen, sei es, daß sie schwerer, sei es, daß sie klebriger sind als die blassen. Es könnte wohl Beides richtig sein. Daß der Farbestoff der schwerste Stoff des Bluts ist, geht schon aus seinem Reichthum an Eisen hervor, und daß die blassen Blutscheibchen mehr Fett enthalten, als die dunkeln, läßt sich durch das Mikroskop beweisen, indem die Körner, wie oben gezeigt worden, größtentheils aus Fett bestehen. Deßhalb sind die ganz farblosen Lymph- und Chyluskörperchen viel leichter als die Blutscheibchen, Auch stimmt damit überein, daß der sich so schnell senkende Cruor des Pferdebluts sehr wenig Fett liefert. Da nun aber die bloße Schwängerung des Bluts mit Kohlensäure die Neigung zum Senken vermehrt, und daher bei unvollständigem Athmen die Bildung der Faserhaut sehr gewöhnlich ist und im Venenblut viel leichter als im Arterienblut erfolgt, so muß entweder die Kohlensäure, welche im Serum theils diffundirt, theils mit dem Natron verbunden ist, durch Veränderung des Serums, oder dadurch, daß sie bei der Einwirkung auf die Blutkörperchen den Farbestoff (gerade wie sie es auch bei dem geronnenen Faserstoff thut) weicher, klebriger macht, dies zu bewirken im Stande sein. Die Schwere der Blutkörperchen kann sie natürlich nicht vermehren. — Es scheint mir unzweifelhaft, daß die Beschaffenheit der Oberfläche der Blutkörperchen wesentlichen Antheil an der Fähigkeit derselben, sich zu vereinigen, hat. Die höckerigen Blutkörperchen verbinden sich noch mit einander, die platten, kugelig gewordenen haben aber dazu alle Neigung verloren. Auffallend ist es, daß das Kochsalz, so lange es nur die Blutkörperchen einschrumpfen macht, jene Eigenschaft derselben aufhebt, so bald es aber bei starker Concentration der Auflösung den Farbestoff aus den Körperchen auszieht, eine Vereinigung derselben verursacht. Sollte nicht wohl eben das Austreten des klebrigen Stoffes dies bewirken? — Daß nun nicht bloß die Beschaffenheit der Blutkörperchen die Senkungszeiten bedingt, geht aus der in dieser Beziehung verschiedenen Wirkung solcher Beimischungen zum Blute hervor, welche die Gestalt und Farbe der Körperchen ganz gleich verändern. In letzterer Beziehung wirken Kochsalz und Zucker ganz gleich, in der Veränderung der Neigung derselben zum Senken aber durchaus nicht; denn während durch jenem Zusatz eben so wie durch Salpeter diese beschränkt wird, wird sie befördert durch diesen, eben so wie durch Gummi und Hühnereiweiß. Die bloße Dickflüssigkeit und Dünnflüssigkeit scheint hierbei ohne Einfluß zu sein. Im Ganzen zeigt sich allerdings bei wässerigem Serum des speeifisch leichtern Bluts die Faserhaut am allerhäufigsten, allein das Serum der Pferde ist sehr klebrig, und doch senken sich in keinem Blute die

Blutkörperchen so schnell als im Pferdeblute. Mehr kommt wohl der Salzgehalt, besonders im Verhältniß zum Eiweißgehalt des Serums, wie dies Versuche mit geschlagenem Blute beweisen [1]), hier in Betracht. Wo viel Kochsalz, da ist das Senken geringer, wo viel Eiweiß, da ist es größer. Daher, nach Schultz, Mangel des Getränks auch bei gesunden Menschen die Bildung der Faserhaut befördern, viel kurz vorher genossenes Getränk dieselbe beschränken soll. — In Betreff des Fettgehalts des Bluts stimmen die Thatsachen nicht überein, ob derselbe auf das Senken der Blutkörperchen einwirkt oder nicht. Freilich findet man in Krankheiten die Faserhaut gewöhnlich mit Vermehrung des Fettgehalts zusammen; doch scheint nach meinen Untersuchungen es hauptsächlich nur flüssiges (verseiftes) Fett zu sein, was das Senken vermehrt. Wo viel festes Fett im Blute, ist das Senken schwach: ich weiß aber nicht, ob deßhalb, weil die Blutkörperchen zu leicht sind, oder weil die Homogenität des Serums vermindert ist. — Endlich giebt es noch mehre Stoffe, besonders Salze, welche gerade umgekehrt wie Kochsalz und die meisten Neutralsalze auf das Senken der Blutkörperchen einwirken. — J. Davy bemerkt dies vom dreifach blausauren Kali, Cremor Tartari, Magnesia usta und carbonica, Hünefeld vom Ammonium nitricum und Jodkalium. Es scheint auch, daß der Harnstoff, wenn er im Blute zurückgehalten wird, die Bildung der Kruste begünstigt. Somit sehen wir, daß die Erscheinung des beschleunigten Senkens der Blutkörperchen und der Bildung einer Faserhaut keinesweges immer auf eine und dieselbe Weise zu Wege gebracht wird, daß sie wie die meisten pathologischen Symptome sehr verschiedene Ursachen haben kann. — Die semiotische Würdigung der Faserhaut habe ich an einem andern Orte [2]) versucht. Der Raum gestattet nicht, näher darauf einzugehen. Ich muß um so mehr auf das dort Gesagte aufmerksam machen, weil noch immer hin und wieder das alte Vorurtheil zum Vorschein kommt, die Faserhaut zeige den Grad der Entzündung an. Besonders pflanzt es sich in gewissen Schulen Italiens und Frankreichs ununterbrochen fort und hat schon manchen Kranken ins Grab gebracht. Man lese, um nur ein Beispiel anzuführen, das von Hatin (in L'Esculape, 2 Août, 1840) nach.

3. Das Blut nach dem Gerinnen.

Das geronnene Blut scheidet sich in Blutwasser und Blutkuchen.

a. In welchem quantitativen Verhältnisse Blutkuchen (Placenta) und Blutwasser (Serum) nach vollendeter Trennung mit einander stehen, ist nicht leicht zu bestimmen. Unter den Angaben über diesen Punkt herrscht durchaus keine Uebereinstimmung, selbst nicht unter den allerneuesten. Es ist um so auffallender, daß bei dieser Unbestimmtheit der praktische Arzt der geringern oder größern Menge Blutwasser einen semiotischen Werth beizulegen pflegt. Alles, was auf die Zeit und Stärke der Gerinnung einwirkt, verändert auch die Größe des Blutkuchens. Die Zeit, in welcher derselbe das Serum auspreßt, ist verschieden; zuweilen ist nach 6 Stunden die Con-

---

[1]) In den Untersuchungen zur Phys. und Path. Bd. II. S. 246 habe ich hierüber Ausführlicheres mitgetheilt.

[2]) Das Blut ꝛc. S. 36 u. ff. S. 136 und 204.

traction des Blutkuchens vollendet, zuweilen findet man nach 24 Stunden noch einmal so viel Blutwasser als nach 6 Stunden, und dasjenige Blut, welches viel Serum liefert, scheidet dasselbe oft grade am spätesten aus. Aeußere Einflüsse, die hierauf wirken, sind Wärme und Form der Schüssel, worin das Blut aufgefangen wird. Je höher die Temperatur, je tiefer und enger das Gefäß, desto besser zieht sich der Blutkuchen zusammen. Aus der sichtbaren Menge des Blutwassers läßt sich nur mit Berücksichtigung der Consistenz des Kuchens ein Schluß auf die wirkliche Menge desselben bilden. Wer das Gesetz nicht kennt, daß ein großer Wassergehalt des Bluts die Contractionskraft des Kuchens hindert, und daß daher bei sehr blutleerem Körper das Blutwasser sehr wenig betragen kann, wird stets einen irrigen Schluß ziehen. So ist es anfangs Magendie, wie in dessen Vorlesungen über das Blut zu lesen ist, ergangen. Erst nach und nach kam er dem längst bekannten Gesetze auf die Spur. — Wir können in Bezug auf das normale Verhältniß des Blutkuchens zum Serum kaum mehr sagen, als daß letzteres jenen fast jedesmal an Gewichtstheilen, aber nicht immer an Raumtheilen übertrifft. — Das Blut der Neugeborenen giebt wegen mangelhafter Zusammenziehung des Blutkuchens wenig Serum, das der jungen Kinder viel, das der alten Leute wieder weniger als das der Erwachsenen, das der Männer weniger als das der Weiber, mit Ausnahme der Schwangeren. Bei robuster Constitution waltet im Verhältniß zu den andern Constitutionen der Kuchen vor. Hungern vermehrt die Menge des Blutwassers. Im heißen Klima wird das Serum reichlicher ausgepreßt, als im kalten. In all diesen Sätzen ist aber noch Vieles ungewiß. — In Bezug auf die Thiere haben Prévost und Dumas [1]) das Gesetz aufgefunden, daß, je höher die natürliche Wärme des Thieres ist, desto mehr das Gewicht des getrockneten Blutkuchens beträgt. Am meisten Placenta giebt das Blut der Vögel, dann das der Säugethiere, der Amphibien und am wenigsten das der Fische. Ich führe hier die von den genannten Beobachtern aufgefundenen Zahlenverhältnisse bei den einzelnen Thieren nicht an, weil mir dieselben nicht sehr wichtig scheinen, denn sie stimmen weder mit den Verhältnissen des frischen Blutkuchens zu dem Serum, noch mit dem der Blutkörperchen zu den übrigen Bestandtheilen des Bluts, wie dies die Vergleichung des Wassergehaltes des Bluts mit denen des Blutwassers liefert, überein. Nach Thackrah [2]) ist die Reihefolge bei den Säugethieren folgende: Pferd (Placenta: Serum = 10 : 7,6), Schwein (10 : 6,5), Ochs (10 : 6,3), Schaf (10 : 4,7), Hund (10 : 2,8—5). Die winterschlafenden Thiere geben nach Barkow nur wenig Serum. — R. Wagner [3]) stellt eine Reihe der niederen Thiere nach dem Gehalt ihres Bluts an Blutkörperchen im Verhältniß zum Serum auf, die sehr interessant ist. Mit den Amphibien, die nach den Säugethieren kommen, stehen manche Anneliden auf gleicher Stufe. Wenige Blutkörperchen haben die Fische: darauf folgen die wirbellosen Thiere so: Ascidien und Cephalopoden, höhere Krustenthiere, Insecten und Arachniden, Mollusken und Krustenthiere, mit Ausnahme der Ascidien.

b) Die Menge des Blutwassers, welche der Blutkuchen einschließt,

---

[1]) A. a. O. p. 301.
[2]) A. a. O. p. 29.
[3]) Beiträge I. S. 42.

bestimmt also dessen Größe, so wie auch zweitens dessen Consistenz. Letzteres hängt außer von der Menge der Blutkörperchen auch von der Menge und Beschaffenheit des Faserstoffes ab, der die Blutkörperchen einschließt. Ein großer lockerer Kuchen ist die Folge einer unvollständigen, oder sehr raschen Gerinnung und deutet, falls keine äußeren Hindernisse, zu denen auch ein sehr flaches Gefäß zu zählen ist, vorhanden sind, entweder auf schlechte Ernährung, oder auf mangelhaftes Athmen, oder auf geschwächten Herzschlag, oder auf gesunkene Nervenkraft. Wo diese genannten Bedingungen in bester Ordnung sind, zieht sich die Placenta auch gehörig zusammen und nimmt dabei eine Gestalt an, die das Lumen des Gefäßes, worin das Blut aufgefangen ist, in verkleinertem Maaßstabe wiedergiebt. — Die Männer mittlern Alters und von kräftiger Constitution, besonders die Freunde der Tafel liefern ein festes Coagulum. Das Fötusblut bildet das lockerste. — Obgleich jeder Blutkuchen schwerer als das Serum ist, so sinkt er von selbst nicht immer zu Boden, dann nämlich nicht, wenn seine Oberfläche mit Schaum bedeckt ist, oder wenn er sehr dünn und groß ist, zumal, wenn zugleich die Ränder seiner Oberfläche höher sind als die Mitte, wie dies bei entzündlichem Fieber der Fall ist. — Die Oberfläche des Kuchens zeigt meist eine scharlachrothe Färbung, die an den Rändern sich tiefer herabstreckt als in der Mitte. Die Ursache derselben ist die Einwirkung des Sauerstoffs, die selbst durch das Serum hindurch stattfindet. Einigen, doch nur geringen Antheil an dieser Erscheinung kann auch noch der Umstand haben, daß die leichteren und blasseren Blutkörperchen sich oben erhalten. Schultz[1]) glaubt, daß dies durch die Röthung eines in einem verschlossenen vollgefüllten Glase gebildeten Kuchens bewiesen werde; allein alle Röthung findet immer erst nach und nach Statt, lange Zeit nach der Gerinnung und selbst auch da, wo der rasche Eintritt der Gerinnung den Blutkörperchen nicht die Zeit gelassen hat, sich in leichte und schwere zu trennen. Es muß also in einem verschlossenen Glase die vom Blute enthaltene nach oben steigende atmosphärische Luft die Ursache der Röthung sein, gerade so wie der Mangel derselben im untern Theil des Glases die Farbe nach der Gerinnung noch dunkler macht, als dieselbe vorher gewesen.

c) Das Blutwasser ist eine fast ganz klare, schwach grünliche oder gelbliche, etwas klebrige Flüssigkeit. Bei den Menschen und den meisten Thieren ist das Serum gewöhnlich recht klar, besonders bei den Katzen und Kaninchen. Bei den Kälbern ist es meist trübe. Der Grad der Durchsichtigkeit hängt von der Menge der im Serum suspendirten fein vertheilten Fettmoleküle, Lymphkörperchen, Faserstoffschollen und auch Blutkörperchen ab. Der Gehalt an Fett kann übrigens ziemlich groß sein, ohne die Durchsichtigkeit zu vermindern. Ich bin oft überrascht worden, aus einem klaren Serum nach dem Schütteln mit Aether, welcher anfangs eher aufhellt als trübt, eine sehr große Menge Fett ausscheiden zu sehen. Hier war also nachher Fett verseift gewesen. Wo dies Fett, wie bei den Ochsen, ein gefärbtes ist, läßt sich aus der dunkelgelben Färbung des Blutwassers auf seine Quantität schließen. In dem trüben Serum sind die feinen Fettmoleküle unter dem Mikroskop erkennbar. Zuweilen ertheilt die Anwesenheit einer großen Menge derselben dem Serum eine milchige Farbe, die meist ein Zeichen von Krankheit ist, nach einigen Beobachtungen jedoch auch der Gesund-

[1]) Hufeland's Journal. 1838. H. IV. S. 8.

heit angehören kann. Hewson hat ein milchiges Serum mehrmals in einem bald nach der Mahlzeit entzogenem Blute gefunden. Gleiches war schon von früheren Aerzten beobachtet worden; auch Autenrieth wiederholt diese Angabe, bezeichnet aber die Zeit, wo das Blut solche Farbe zeigt, als eine viel spätere, 10 — 12 Stunden nach Aufnahme der Nahrung. Ich habe sehr oft bei gesunden Menschen das Blut einige Stunden nach der Mahlzeit untersucht, habe aber nie jene Beschaffenheit des Blutwassers angetroffen. Bei Hunden habe ich zu jeder Zeit des Tages Aderlässe gemacht, ohne einen Unterschied in der Farbe und Klarheit des Blutwassers zu beobachten. Sehr beleibte Menschen scheinen mir am ehesten dazu geneigt. Bei den Gänsen, deren Blutwasser oft milchig, waren es jedoch immer magere, die diese Erscheinung darboten. Chaucet will nach Pflanzenkost, Marcet nach Fleischgenuß, Tulpius nach Milchgenuß diese Veränderung gefunden haben. Bei Hunden hat nach meiner Beobachtung Fleisch- oder Pflanzennahrung keinen Einfluß. Der Genuß von Branntwein, der den Fettgehalt in allen Theilen des Körpers vermehrt, trägt nach Hewson und Traill und auch nach meiner Erfahrung sehr viel dazu bei, dem Blutwasser jene Eigenschaft zu ertheilen. Entziehung der Nahrung bewirkt wahrscheinlich durch Aufnahme des im Körper abgelagerten Fettes ins Blut (und Zersetzung der Blutkörperchen) dieselbe Erscheinung. Dies gab Hewson zuerst an, und Magendie's neuere Beobachtungen über die Wirkung des Hungerns bestätigen diese Vermuthung. Ganz junge säugende Katzen geben nach Schlemm und Mayer ein weißliches Serum. Bei Schwangeren habe ich verhältnißmäßig häufiger als sonst ein trübes Serum gefunden. Entweder hängt diese Erscheinung mit der gleichzeitigen Abmagerung der Schwangeren oder mit einer unvollständigen Blutbereitung zusammen. Kastner d. J. [1]) leitet überhaupt den abnormen Fettgehalt des Bluts von einer abnorm beschleunigten Blutbereitung her. Unstreitig ist dies eine der wichtigsten Ursachen desselben. — Von dem milchigen Serum ist noch das molkenähnliche zu unterscheiden. In diesem habe ich oft das Fett nicht in vermehrter Menge angetroffen, obgleich Christison das Gegentheil versichert. Hunter hatte ganz Recht, wenn er behauptete, daß nicht immer dieselbe Ursache die trübe Beschaffenheit des Blutwassers erzeuge. Es können auch Eiweißpartikelchen im Blute suspendirt sein. Dies sind aber Abweichungen, die der Pathologie angehören [2]). — Die Farbe des Blutwassers hängt außer vom Fett auch von dem gelben Farbestoff ab, der im Serum in einer gewissen Menge normal vorhanden ist und vom Fett schwer getrennt werden kann. Das Blutwasser des Ochsen und der Vögel ist aus diesem Grunde sehr gelb, und das der Schweine äußerst blaß. In der Gelbsucht findet man in Folge des vermehrten Gehalts an Farbestoff sehr stark gelbgefärbtes Blutwasser. Außerdem vermehrt eine geringe Menge Blutroth die gelbe Farbe, eine größere verursacht eine rothe. So kann man dadurch, daß man ein Thier (besonders ein Kalb) viel hungern und viel Wasser ohne Salz saufen läßt, das Blutwasser leicht röthlich machen. Meist sind die unzersetzten Blutkörperchen suspendirt und senken sich mit der Zeit zu Boden (wie in dem rothen Serum des Kalbblutes); in anderen Fällen sind sie in kleinere Körner zerfallen;

---

[1]) Das weiße Blut. Erlangen 1832.

[2]) S. über das Vorkommen des molkenähnlichen Blutwassers meine Schrift: das Blut. S. 264.

vielleicht ist auch das Blutroth zuweilen im Serum aufgelöst, wie es beim Zusatz von Wasser oder bei anfangender Fäulniß geschieht. Schultz [1]) macht darauf aufmerksam, daß das Blutwasser der Schafe leicht eine röthliche Farbe annehme, weil es wenig Salz und viel Wasser enthalte. Denn schon ein Theil Wasser, zu 64 Theilen frischem Blut der Schafe gegossen, hat diese Wirkung, nicht aber beim Blute der Pferde und Ochsen. Ich bin zwar derselben Meinung, nicht bloß das Eiweiß, sondern eben so, und noch stärker, das Kochsalz bindet den Farbestoff an die Blutkörperchen; doch war es mir auffallend, bei der chronischen Fäule der Schafe, wo das Serum ganz ungemein wässerig war, ein farbloses Serum und nicht ein geröthetes zu finden. Der Grund davon ist der, daß das Serum zwar arm an Eiweiß, aber sehr reich an Salzen war. Ich habe über die den Farbestoff bindende Wirkung der Salze einige Versuche angestellt, aus denen hervorgeht, daß nicht alle Neutralsalze dieselbe Wirkung besitzen. Natron carbon.; so wie Natr. nitr. und sulph. röthen, wenn sie dem geschlagenen Blute in ziemlich reichlicher Menge beigemischt werden, das Serum etwas, während Chlornatrium dasselbe aufklärt. Ein durch Auspressen des schon zwei Tage alten, unvollkommen geronnenen Blutkuchens enthaltenes flüssiges Blut schied ein röthliches Serum ab; ich setzte einige Gran Kochsalz zu einer Menge von diesem Blute, und nun trennte sich ein klares und farbloses Blutwasser vom Cruor.

Das Serum so wie das ganze Blut reagirt schwach alkalisch. Nach Herrmann in Moskau läßt sich das Alkali des Bluts durch 1 — 2 Tropfen Essig auf eine Drachme Blut, nach Simon durch 4 Tropfen Essigsäure auf 12 Gramm (= 193 Gran) sättigen. Bei allen Thieren, auch bei den Regenwürmern (nach Hünefeld), ist das Blut alkalisch, wenn auch nicht überall gleich stark, und der reichlichste innere Gebrauch von Säure kann das Blut nicht sauer machen; selbst ein vollkommen neutrales Serum wird nie angetroffen. — Nur im krankhaften, milchigen Blute hat man (Le Canu) zugleich mit dem kohlensauren oder kaustischen Natron, welches mit dem Eiweiß in Verbindung ist, eine freie Fettsäure gefunden. — Die alkalische Beschaffenheit zeigt das Serum auch dann, wenn es noch nicht mit der atmosphärischen Luft in Verbindung gewesen. Ich fing Taubenblut unter Quecksilber auf; das sich ausscheidende Blutwasser färbte das damit in Berührung kommende geröthete Lakmuspapier bläulich. — Noch stärker alkalisch als das frische Serum reagirt das gekochte. — Wo die Ammoniaksalze im Blut prävaliren, könnte, wie Hünefeld bemerkt, wohl für die Ungeübten in Beziehung auf die Reaction des Bluts eine Täuschung entstehen, indem diese auf dem feuchten Lakmuspapier eine Röthung zurücklassen. — Retzius wollte die Entdeckung gemacht haben, daß das Blut der monatlichen Reinigung sauer sei; indessen beruht dasselbe auf einem Irrthum, wie von mehren Seiten (z. B. von Hünefeld) nachgewiesen worden.

Das specifische Gewicht des Blutwassers der Menschen wird von Thackrah auf 1020 — 1040, von J. Davy auf 1021 — 1031 geschätzt. Diese Breite ist für das Normal aber zu weit. Berzelius giebt 1027 — 1029 an. Ich habe ebenfalls 1027 — 1028 als das Mittel gefunden, und sehe als die weitesten Gränzen für die Gesundheit 1025 — 1030 an. Das Blutwasser der Frauen ist etwas leichter als das der Männer,

[1]) A. a. O. S. 26.

jenes im Durchschnitt 1026,5 und dieses 1028,5. Die Schwangeren geben nur die geringste Zahl, nämlich 1025 als Mittel. In der Jugend ist das Blutwasser leichter als bei Erwachsenen, des Morgens schwerer als des Abends. Die Aufnahme des Getränkes hat wenig Einfluß; Hungern vermehrt die Dichtigkeit. — Unter den Hausthieren besitzen die Schweine das schwerste Blutwasser (1030 und darüber), die Schafe und Ziegen das leichteste (1025 — 1026); die Ochsen, Pferde und Hunde stehen in der Mitte 1027 — 1028); die Katze (1026) nähert sich den Schafen und Ziegen. Die beigefügten Zahlen sind als Mittel erhalten, denn es kommen nach Alter und Geschlecht, Körperkraft und Nahrung viele Abweichungen vor. — Von den Säugethieren unterscheiden sich die Vögel durch ein viel leichteres Blutwasser; wenigstens fand ich bei Gänsen und Hühnern nur ein specifisches Gewicht von 1022,5 — 1023,6. — Im Ganzen erhellt aus diesen Ausmessungen, wenn wir dieselben mit denen des ganzen Bluts vergleichen, eine große Uebereinstimmung zwischen dem specifischen Gewicht des Bluts und dem des Blutwassers, sowohl bei Menschen wie bei Säugethieren. Diese Thatsache ist sehr interessant. Da aus dem Blutwasser sich die Lymphkörperchen bilden, und die Blutkörperchen sich wieder im Serum auflösen, so sehen wir, daß sich die Menge der Körperchen nach der Dichtigkeit des Blutwassers auf eine ähnliche Weise richtet, wie die Menge der Krystalle nach der Concentration der Salzsoole. In den meisten Krankheiten findet sich das obige Gesetz bestätigt. Man vergleiche z. B. nur das specifische Gewicht beider Flüssigkeiten in der Cholera, bei organischen Herzkrankheiten, und dann wieder in der Wassersucht mit gerinnbarem Urin, in der Harnruhr oder am besten nach starkem Blutverlust. — Manche Abweichungen von diesem Gesetze sind durch einen abnormen Fettgehalt des Blutwassers bedingt, wodurch selbst ein an Eiweiß abnorm reiches Serum eine auffallend geringe Eigenschwere erhalten kann, wie dies Christison gefunden hat.

Das Verhalten des Serums gegen Reagentien ist im Ganzen das des Eiweißes, modificirt durch die Anwesenheit der Salze, besonders des Chlornatriums. Das Blutwasser gerinnt über dem Feuer (jedoch nicht vollständig und nicht überall bei demselben Wärmegrad: Alkali und Zucker verhindern die Gerinnung), durch Weingeist (durch Alkohol zu gleichen Theilen), durch Metallsalze, Chlor, Galläpfelinfusum, Mineralsäuren (falls sie concentrirt sind, sonst nicht einmal durch Salpetersäure; das Präcipitat ist wenigstens wieder löslich im Wasser), durch sehr concentrirtes fixes Alkali; trübt sich durch viel Kochsalz (das Serum der Ochsen eher als das der Menschen) und andere Neutralsalze, besonders bei Sättigung des freien Alkalis im Blute durch eine Säure (doch selbst auch durch Kochsalz mit etwas Ammoniak); ferner durch Aether, durch Verdünnung mit vielem Wasser und häufig auch durch schwache Säuren, wie Essigsäure, Milchsäure, Citronensäure, (ohne daß durch vermehrten Zusatz von Säure die Trübung wieder verschwindet; dabei wird die Klebrigkeit etwas vermindert, und Kohlensäure entweicht in kleinen Bläschen), auch meist etwas durch Kohlensäure (nicht aber bei Zusatz von Essigsäure, Alkali oder Salpeter). — Bei Betrachtung des Zustandes, in welchem das Eiweiß sich im Blutwasser befindet, wird die Ursache dieser Reactionen ihre Erklärung finden.

C. Die chemiſchen Beſtandtheile des Bluts.

Die Zahl der im Blute enthaltenen zuſammengeſetzten Stoffe und Beſtandtheile wird verſchieden angegeben. Laſſen wir die in demſelben diffundirten Gasarten für das Erſte unberückſichtigt, ſo ſchwankt nach den Angaben der meiſten Chemiker die Zahl zwiſchen 20 — 29. Außerdem giebt es aber noch manche Stoffe, deren Exiſtenz im Blute zweifelhaft iſt. Die Menge der einfachen Beſtandtheile beläuft ſich auf 14. — Die zuſammengeſetzten Stoffe ſind:

1) Waſſer;

2) organiſche Stoffe:

a) Proteinverbindungen:
α) Eiweiß,
β) Globulin,
γ) Faſerſtoff;
außerdem Spuren von Käſeſtoff;

b) Farbeſtoffe:
α) Hämatin (und Blutbraun),
β) gelber Farbeſtoff (der blaue iſt zweifelhaft);

c) Fette:
α) drei verſeifte Fette,
β) drei nicht verſeifte;

d) Extractivſtoffe:
α) im Waſſer lösliche,
β) im Weingeiſt lösliche,
γ) im Alkohol lösliche;
außerdem Speichelſtoff und Harnſtoff in Spuren;

3) Salze und Erden:

a) alkaliniſche Salze (4 — 7 Arten): Natron und Kali, vielleicht auch Ammoniak, mit
α) Chlor,
β) Milchſäure,
γ) Kohlenſäure,
δ) Phosphorſäure,
ε) Schwefelſäure;

b) erdige Salze: aus Kalk und Magneſia mit Phosphorſäure, Kohlenſäure und Schwefelſäure;
(ob kauſtiſche Alkalien und Erden im Blute vorhanden ſind, iſt nicht ausgemacht)

c) etwas Kieſelſäure.

Die einfachen Stoffe des Bluts ſind: 1) Sauerſtoff, 2) Waſſerſtoff, 3) Stickſtoff und 4) Kohlenſtoff; 5) Natrium und 6) Kalium; 7) Calcium und 8) Magneſium; 9) Chlor, 10) Phosphor und 11) Schwefel; 12) Eiſen und

13) Spuren von Mangan; 14) Kieſelerde. — Aus den erſten vier Stoffen zugleich mit Phosphor, Schwefel, Kalk und Eiſen ſind die organiſchen Stoffe zuſammengeſetzt; die anderen dienen in der Form von Salzen als Löſungsmittel jener im Waſſer. — Außer den genannten einfachen Stoffen war Titanſäure von Rees vermuthet worden; Marchand ſo wie Valentin und Brunner zeigten aber die Unrichtigkeit dieſer Vermuthung. Es iſt auffallend, daß Arſenik ſich nicht im Blute findet, da dieſer doch nach Orfila aus Knochen und Muskeln durch den Marſhſchen Apparat ſoll dargeſtellt werden können.

In Betreff der nachfolgenden quantitativen Beſtimmungen erwähne ich, daß alle ſich auf 1000 Theile Blut beziehen. Die älteren Angaben findet man vollſtändig in meiner frühern Schrift zuſammengeſtellt. Der Raum geſtattet nicht, hier alle zu wiederholen. Die neuen Analyſen habe ich auf dieſe Weiſe benutzt, daß ich da, wo mehre von einem Chemiker vorlagen, ein Mittel aus denſelben zog.

Die für die Analyſe des Menſchenbluts benutzten Schriftſteller ſind: Berzelius Lehrbuch der Chemie. Dritte Auflage. 9ter Band. A. d. Schwediſchen von Wöhler. Dresden und Leipzig 1840.

P. S. Denis, Recherches expérimentales sur le sang humain considéré à l'état sain. Paris 1830. (Enthält zahlreiche Analyſen, die jedoch nach einer Methode angeſtellt ſind, welche der Verf. ſpäter zum Theil verworfen hat.) — Derſelbe Essai sur l'application de la chimie à l'étude physiologique du sang de l'homme et à l'étude physiologico-pathologique, hygiénique et thérapeutique des maladies de cette humeur. Paris 1838. (Vorzüglich wichtig wegen der Angaben, die einzelnen Beſtandtheile des Bluts darzuſtellen. Zugleich iſt darin eine Analyſe des Bluts nach der verbeſſerten Methode enthalten.)

Le Canu in den transactions médicales, journal de médecine pratique et de la littérature médicale. Paris. T. VI. (Sehr genaue Beſtimmungen der Hauptbeſtandtheile des Bluts nach Geſchlecht und Temperament. Außerdem zwei ausführliche Analyſen.) — Derſelbe Études chimiques sur le sang humain. Thèse. Paris 1837. (Liefert außer der Wiederholung der früheren Leiſtungen des Verfaſſers höchſt ſchätzenswerthe Unterſuchungen über das Haematin.)

Mulder in dem Bulletin des sciences phys. et naturelles de Néerlande. 1839. T. I. (Enthält die wichtigen Entdeckungen über das Protein und Unterſuchungen über das Hämatin.)

J. F. Simon, im Archiv der Pharmacie 1839. B. XVIII. S. 35. (Giebt ſehr genaue, dem jetzigen Standpunkte der Chemie entſprechende Analyſen des geſunden und kranken Bluts.) — Derſelbe, Handbuch der angewandten mediciniſchen Chemie. Berlin 1840. B. I. (Beſchreibung der einzelnen Beſtandtheile des Bluts, nebſt einzelnen quantitativen Beſtimmungen. Der zweite das Blut ſpeciell behandelnde Theil iſt leider noch nicht in meinen Händen.)

Th. Richardson on the chemical composition of human blood in Thomson's Records of general science. Vol. IV. p. 116. (Eine ſchätzenswerthe Unterſuchung von geſundem Menſchenblut.) — Außerdem die ſchon citirten Werke von Thackrah [neue Ausgabe], Schultz und mir.

Die Schriften über das Thierblut werde ich weiter unten angeben.

Wir theilen die Beſtandtheile des Bluts ein 1) in Waſſer, 2) in aufgeſchwämmte und 3) in aufgelöſ'te Beſtandtheile.

I. Waſſer.

Vor Haller ſchwankten die Angaben des Gehaltes an Waſſer zwiſchen 630 — 930, jetzt zwiſchen 730 und 815. Le Canu beſtimmte früher die Breite von 768,625 — 853,135 und gab in ſeiner letzten Schrift als Mittel 790,3707 an. Denis hatte früher wegen Anwendung einer ſchlechten Methode zu wenig Waſſer gefunden, wie er ſelbſt geſteht; jetzt berechnet er es auf 792,4 — 825,3. Ich habe früher aus 8 Fällen geſunder Männer und Weiber die Zahl 794,2 (768 — 798) erhalten, aus 4 neuen 792,9. Unter den neueſten Analyſen erwähne ich nur die von Simon mit 791,0 — 798,6 und von Richardſon mit 785,89 Waſſer. — Das Blut der Frauen iſt etwas reicher an Waſſer (Le Canu, Denis), nach meiner Berechnung um 3,0 — 4,0. Beſonders auffallend wäſſerig iſt gewöhnlich das der Schwangeren (nur die Angaben von Thackrah ſprechen dagegen). In der Kindheit zeigt ſich der Gehalt an feſten Beſtandtheilen geringer als ſpäterhin (Denis, ich), bei Thieren iſt dieſer Unterſchied ſehr beträchtlich (Berthold). Das Blut des Embryo zeichnet ſich nach Denis durch ſehr geringen Waſſergehalt aus; ich habe bei Thieren dieſe Beobachtung nicht beſtätigt gefunden; das Blut des Embryo war im Gegentheil leichter als das des Mutterthieres. Das lymphatiſche Temperament hat nach Le Canu ein Blut mit viel Waſſer, die robuſte Conſtitution dagegen ſehr wenig. Schultz [1]) behauptet, auf directe Verſuche an Ochſen geſtützt, daß durch die Aufnahme von Waſſer in den Magen der Waſſergehalt des Bluts um 57,0 im Mittel ſteige. Denis [2]) läugnet dagegen jede Veränderung bei den Menſchen. Bei Hungern ohne Entziehung des Getränkes nimmt das Waſſer relativ zu den feſten Beſtandtheilen ſehr zu. — Ueberall, wo die Aufnahme nährender Stoffe in dem Körper mangelhaft von Statten geht, ſei es, weil hinlängliche Nahrung fehlt, oder weil die Verdauungskraft geſunken iſt, enthält das Blut mehr Waſſer und weniger feſte Beſtandtheile. Ein jedes Fieber liefert davon einen Beweis, indem mit Zunahme der Krankheit auch die Menge des Waſſers im Blute ſich vermehrt; die unvollſtändige Hämatoſe in der Chloroſe bedingt ein ſehr waſſerreiches Blut. Zweitens ſteigert ſich bei colliquativen Ausleerungen auffallend der Waſſergehalt; ſo im Diabetes und in der Schwindſucht. Eben ſo in der Waſſerſucht, beſonders in der mit gerinnbarem Urin. Wo die Ausleerungen ſehr wäſſerig ſind und ſehr raſch erfolgen, kann hingegen eine Zunahme der feſten Beſtandtheile bemerkbar werden. So in der acuten Form der Cholera, nicht aber in der langſamen. Drittens vermehrt Unterdrückung der Nierenthätigkeit ebenfalls den Waſſergehalt. — Nur wo der Blutumlauf verlangſamt iſt, nimmt das Waſſer im Blute ab. So fand ich auffallend wenig Waſſer im Blute der meiſten chroniſchen Herzkrankheiten. — Ueberall, wo das Waſſer an Menge zunimmt, vermindert ſich meiſt gleichzeitig die der Blutkörperchen und des Eiweißes. Bei Betrachtung dieſer beiden Beſtandtheile des Bluts wird man noch einiges Nähere über deren Abnahme in Krankheiten finden.

Prévoſt und Dumas haben das Verdienſt, zuerſt das Blut der

[1]) Hufeland's J. 1838. H. IV. S. 291.
[2]) Essai. p. 250.

Hausthiere näher untersucht zu haben [1]). Darauf stellte Berthold [2]) mehre Analysen an. Ich habe in der letztern Zeit der Untersuchung des Thierbluts viel Sorgfalt zugewandt und bei jeder Thierart 3 — 8 Analysen angestellt. Leider sind in diesem Augenblick noch nicht alle vollendet, so daß die Angaben in diesem Aufsatze noch nicht die Vollständigkeit und Genauigkeit besitzen, die ich in kurzer Zeit denselben zu geben im Stande sein werde. Ich kann hier nur Bruchstücke aus einer der Vollendung nahen Arbeit mittheilen. — Auch sind von Hering [3]) und Simon [4]) einige Angaben vorhanden, die ich mit denen von Prévost und Dumas, von Berthold und mir hier folgen lasse.

Nach Prévost und Dumas:		nach Berthold:		nach Hering:		nach mir:	
Aalraupe	886,2	Frosch	906,0	Schaf	841,2	Ziege	848
Frosch	884,6	Karpfen	859,4	Pferd	831,6	Schaf	847
Forelle	863,7	Ziegenlamm	837,4	Rind	794,9	Krähe (krank)	829,8
Aal	846,0	Hammel	829,0			Kalb	825
Kaninchen	837,9	Taube	820,8	nach Simon:		Kaninchen	821
Schaf	829,3	Huhn	804,1	Schleie	900,0	Pferd	820
Kalb	826,0		793,8	Karpfen	872,0	Katze	807
Pferd	818,3	Kalb	800	Kröte	843,3	Ochs	793
Ziege	814,6	Ochs	790,7	Ochs	795,0	Hund	791
Hund	810,7	Katze	755,5	Kalb	777,3	Igel	783
Reiher (krank)	808,2	Hund	752,0	Pferd	773,3(?)	Schwein	773
Taube	797,4	Schwein	750,6			Taube	774
Rabe	797,0					Huhn	770
Katze	795,0						
Meerschwein	784,8						
Huhn	779,9						
Schildkröte	778,5						
Affe	776,0						
Ente	765,2						

Das Wasser ist zu einem Theil auch in den Blutkörperchen eingeschlossen, doch läßt sich nicht genau ermitteln, in welcher Menge, weil jene vom Serum nicht ganz getrennt werden können. Entweder laufen sie wegen der schleimigen Beschaffenheit des Bluts mit durch das Filtrum, oder es bleibt ein Theil des Serums mit auf dem Filtrum zurück.

Im Serum werden als Mittel 880 — 956 Theile Wasser angegeben. In der Regel beläuft sich dasselbe nach meiner Berechnung gegen 905 bis 906. Le Canu berechnete dasselbe aus den Analysen verschiedener Chemiker auf 909,331. Nach dem Geschlecht ist wenig Unterschied. Das Serum der Schwangeren fand ich etwas wässeriger.

Von Prévost und Dumas so wie später auch von Berthold ist das Wasser des Serums verschiedener Thiere bestimmt worden. Bei den Hausthieren habe ich ebenfalls Messungen dieser Art angestellt. Ich stelle hier die 3 Reihen zur Vergleichung neben einander. Die von Berthold angegebenen Verhältnisse habe ich auf 1000 reducirt.

---

[1]) Bibliothèque universelle, a. a. O.
[2]) Beiträge zur Anatomie, Zootomie und Physiologie. Göttingen 1831.
[3]) Physiologie für Thierärzte. Stuttgart 1832.
[4]) In den oben citirten Schriften.

Nach Prévost u. Dumas:		nach Berthold:		nach mir:	
Frosch	950	Frosch	958	Gans	933
Taube	945	Taube	950	Huhn	931
Rabe	934	Karpfen	948	Kalb	925
Reiher	932	Huhn	931	Ziege	922
Aalraupe	931	Hund	925	Schaf	918
Hund	926	Hammel	923	Katze	915
Huhn	925	Ziegenlamm	917	Pferd	914
Forelle	923	Ochs	916	Hund	912
Schaf	915	Katze	914	Ochs	908
Affe	908	Kalb	908	Schwein	905
Ziege	907	Schwein	899		
Schildkröte	904				
Ente	901				
Pferd	901				
Kalb	901				
Meerschweinchen	900				
Aal	900				
Kaninchen	891				

Manchen Widerspruchs zwischen diesen Angaben unerachtet folgt doch hieraus, 1) daß das Serum der Vögel und Frösche mehr Wasser enthält als das der Säugethiere; 2) daß unter diesen die Schafe und Ziegen das wässerigste, und die Schweine das dickste Blutwasser besitzen.

II. Aufgeschwämmte Bestandtheile: Blutkörperchen, Cruor, Blutroth.

Die frühere Methode, den Cruor von den aufgelöst'en Bestandtheilen des Bluts abzuscheiden, bestand darin, daß man alle Flüssigkeit vermittelst Löschpapier sorgfältig aus dem Blutkuchen auszog; immer blieb aber noch außer dem Faserstoff ein Theil Serum in demselben eingeschlossen, das auch durch Engelhart's Vorschlag, die Lösung des Blutroths nachher nur bis 75° C. zu erhitzen, wo sich nur das Blutroth, nicht das Eiweiß niederschlagen soll, nicht gänzlich entfernt wird. Nach Berzelius' Methode mischt man das geschlagene Blut mit einer großen Menge einer concentrirten Lösung von Glaubersalz und filtrirt dasselbe nach einiger Zeit. Die Blutkörperchen bleiben auf dem Filtrum, während das Serum durchläuft. Doch ist auch dies keine genügende Trennung beider Bestandtheile des Bluts, denn das dickliche rothe Magma des Filtrums enthält immer noch Eiweiß. Bei dem Auswaschen des vom Serum befreieten Blutkuchens im Wasser bleibt der Faserstoff auf der Leinwand zurück; die Blutkörperchen sind bis auf ihre in der Lösung aufgeschwämmten Hüllen im Wasser gelöst. — Eine noch bessere Methode, beide Stoffe zu scheiden, wäre unstreitig, die wässerige essigsaure Lösung des Blutroths mit Ammoniak genau zu neutralisiren, wodurch zwar das Blutroth, aber nicht das Eiweiß nach Berzelius' Angabe gefällt wird. Im Blutwasser ist das Blutroth nicht löslich (siehe oben »Blutkörperchen«), aber wohl in reinem Wasser. Diese Lösung gerinnt bei 66,5° C. zu einer ziegelrothen Masse, durch Alkohol zu einer scharlachrothen. Erden und Metalloxyde so wie Gerbestoff bilden mit dem Blutroth unlösliche Verbindungen, Säuren und Alkalien lösliche. Das essigsaure Blei schlägt eine bei dem Auswaschen weiß werdende Masse nieder, der Farbe-

ſtoff bleibt aber in Verbindung mit der Eſſigſäure aufgelöſ't. Das durch Hitze coagulirte Blutroth verhält ſich faſt ganz wie Faſerſtoff, iſt nur etwas löslicher im Waſſer. Auch in ſeiner Zuſammenſetzung weicht es von dem Faſerſtoff wenig ab; nur enthält es etwas mehr Stickſtoff. Die neueſte Analyſe von Mulder lautet:

Kohlenſtoff . . .	55,5
Waſſerſtoff . . .	7,35
Stickſtoff	16,07
Sauerſtoff . . .	21,08

Die Aſche des Blutroths hat Berzelius unterſucht. Sie beträgt bei Menſchen und Ochſen 1¼ — 1⅕ Proc. des getrockneten Blutroths und iſt folgendermaßen zuſammengeſetzt:

	von Menſchenblut	von Ochſenblut
Eiſenoxyd	0,5 . . .	0,5
phosphorſaures Eiſenoxyd	0,1 . . .	0,75
kohlenſaures Natron (mit Spuren von phosphorſ.)	0,3 . . .	?
reine Kalkerde	0,2 . . .	0,2
phosphorſaurer Kalk	0,1 . . .	0,06
Kohlenſäure und Verluſt	0,1 . . .	0,165
	1,3 . . .	?

In dieſer Aſche hat Wurzer auch Mangan gefunden. Früher betrachtete man das Blutroth als einen einzigen Stoff, den man bloß von den in Waſſer unlöslichen Beſtandtheilen des Bluts, den Hüllen und Kernen zu ſcheiden habe; ſpäterhin ſah man aber ein, daß auch der lösliche Theil der Blutkörperchen Eiweiß enthalte. Man verſuchte nun eine Menge Methoden, um dieſe Subſtanzen von einander zu ſcheiden, und erhielt ſo einen mehr oder weniger von den unlöslichen Theilen und auch von dem gelöſ'ten Eiweiß reinen Blutfarbeſtoff. Bei den Scheidungen vermittelſt Alkohol blieb jedoch immer noch ein Theil des Salz-Albuminats mit aufgelöſ't; reiner war der von Sanſon durch Schwefelſäure gewonnene Farbeſtoff. Endlich gelang es Le Canu, das Blutroth in einen farbloſen, eiweißähnlichen und in einen rothen Stoff zu zerlegen, indem er das Blutroth zuerſt mit Alkohol und Schwefelſäure und darauf mit Alkohol und Ammoniak auszog. Jenen Stoff nannte er Eiweiß, dieſen Hämatoſine; Berzelius gab jenem den Namen »Globulin,« dieſem den Namen »Hämatin«. Letzterer Stoff iſt nach Le Canu nur zu 1,7 in 100 Theilen Blutroth (den Faſerſtoff rechnet er mit zum Blutroth) vorhanden. Berzelius berechnete aus dem gefundenen Eiſengehalt des Blutroths, der nach Le Canu nur mit dem Hämatin, und zwar in feſten Verhältniſſen verbunden ſein ſoll, das Blutroth bei den Menſchen als zuſammengeſetzt aus 94,5 Globulin und 5,5 Hämatin, bei den Ochſen aus 95,7 Globulin und 4,3 Hämatin. Denis ſchätzte das letztere bei Menſchen zu 2,0 (mit Inbegriff des Eiſens) auf 100 Theile Cruor: Simon fand aber 6,5 und 5,3 als die normale Menge bei Menſchen, in Krankheiten bald weniger, bald mehr, zwiſchen 3,3 u. 8,5.

Was die quantitativen Beſtimmungen des Blutroths anbelangt, ſo beſitzen wir folgende: Le Canu begreift in 132,4906 (115,85 — 148,45) den Faſerſtoff mit ein. Wenig weicht davon Richardſon (134,780) ab. Das Mittel nach Denis' früheren Angaben wäre 145,95; nach ſeiner letzten Berichtigung beſtimmt er für beide Geſchlechter die Breite auf 82,9 bis

119,4. Dies ist auch ungefähr die Menge nach Simon (106 — 113). Prévost und Dumas geben 129 an. — Der Grund dieser großen Verschiedenheiten der Angaben liegt offenbar in der Methode, indem das Blutroth bald mehr, bald weniger rein dargestellt wurde; bei der frühern Darstellungsweise nach Berzelius und Engelhart (durch Erhitzung des verdünnten Bluts bis auf 52° R.) präcipitirt immer zugleich eine gewisse Menge Eiweiß. Aus diesem Grunde sind Le Canu's und Denis' frühere Angaben zu hoch. — Eine Differenz nach dem Geschlecht ist von Allen anerkannt. Nach Le Canu beläuft sich das Mehr bei Männern auf 16,6 im Mittel, nach Simon (in einer einzigen vergleichenden Analyse) auf 6,2. Der frühern Angabe der genannten Chemiker, daß im mittlern Lebensalter die Menge der Blutkörperchen am größten, in der Jugend am geringsten ist, widerspricht die neueste von Simon [1]). Nach ihm soll der die Blutkörperchen bildende Stoff (von ihm Hämato-Globulin genannt) sich bei Kindern in größerer Menge vorfinden. Wahrscheinlich ist aber hier ein Irrthum vorgefallen, vielleicht deßhalb, weil das gelöst'te Eiweiß, welches bei Kindern zum Theil dem Käsestoff ähnlich ist, zum Globulin von ihm gerechnet ward. — Das sanguinische Temperament soll nach Denis mehr als das lymphatische besitzen; richtiger lautet aber wohl die Bestimmung so: die robuste Constitution übertrifft an Gehalt der Blutkörperchen jedesmal die schwache. In der Schwangerschaft fand ich die Menge vermindert. Durch Hungern, Krankheit, Aderlassen wird eine Abnahme unverkennbar. Wir haben noch wenig genaue Bestimmungen der Menge des Cruors in Krankheiten. Andral und Gavarret wollen sie nur in der Bleichsucht vermindert gefunden haben, und allerdings ist hier die Abnahme größer als irgendwo sonst, wie schon Jennings gezeigt; aber es giebt wohl keinen Zustand mit geschwächten Kräften, in welchem nicht die Blutkörperchen an Menge abnehmen. Namentlich ist dies der Fall in der Schwindsucht (Reid Clanny), in der Wassersucht mit gerinnbarem Urin (Simon), in anhaltenden Fiebern (Jennings), in Scharlachfiebern (Le Canu), in typhösen Fiebern (Le Canu), in mehren Entzündungen (nach Le Canu besonders bei Herzentzündungen). Nach dem zuletzt genannten Chemiker gehört auch die Gelbsucht(?) und Blausucht(?) hierher. Ich habe bei organischen Herzfehlern die Menge des Blutroths fast durchgängig vermehrt gefunden. Daß überall bei aufgeregten Kräften, wie Le Canu glaubt, eine Zunahme bemerklich sei, steht sehr in Zweifel. Nur in der Cholera ist bis jetzt eine sehr beträchtliche Vermehrung nachgewiesen.

Die Vergleichung der Bestimmungen des Cruors bei Thieren nach den verschiedenen Schriftstellern zeigt am deutlichsten, wie unvollkommen dieselben bis jetzt noch gewesen. Berthold hat unter Allen die meisten Thiere untersucht, aber auf seine Angaben ist leider am wenigsten positiver Werth zu legen, da er bei Menschen die Menge der Blutkörperchen zu hoch (auf 150,0 und 180,5) berechnet, was offenbar die Anwendung einer unvollkommenen Methode anzeigt. Einen relativen Werth können seine Angaben indessen doch haben; nur besitzt leider eine einzige Analyse wenig Gültigkeit. Meine Bestimmungen des Cruors der Thiere sind noch nicht vollendet. Hier folgen die Angaben 1) von Prévost und Dumas, 2) von Berthold und 3) von Simon.

---

[1]) Handbuch d. Chemie I. S. 325.

1)					2)			3)		
Huhn	157,1	Pferd	92,0		Hund	181,6		Pferd	109,231	
Taube	155,7	Kalb	91,2		Katze	169,3		Ochs	90,171	
Schildkröte	150,6	Frosch	69,0		Schwein	160,9		Kröte	29,753	
Ente	150,1	Forelle	63,8		Ochs	130,1		Karpfen	24,635	
Rabe	146,6	Aal	60,0		Huhn	124,6		Schleie	15,650	
Affe	146,1	Aalraupe	48,1		—	121,7				
Reiher	132,6				Taube	119,3				
Hund	123,8				Kalb	113,4				
Meerschwein	122,8				Hammel	96,9				
Ziege	102,0				Ziegenlamm	83,3				
Kaninchen	95,8				Karpfen	82,3				
Schaf	93,5				Frosch	45,8				

So viel scheint doch wenigstens erwiesen zu sein, daß die Vögel in einer gleich großen Blutmenge nicht weniger Cruor besitzen als die Vierfüßer, und daß die kaltblütigen Thiere alle (mit einer einzigen Ausnahme) an diesem Bestandtheile viel ärmer sind als die warmblütigen.

Wir betrachten nun die einzelnen Bestandtheile des Cruors, 1) Globulin, 2) Hämatin, 3) Faserstoff, Fett und Salze, für sich.

1) Globulin.

Das Globulin (Blutkäsestoff nach Simon) ist von Mulder in seiner Verbindung mit Schwefelsäure analysirt und dem Protein sehr ähnlich befunden worden. Berzelius erklärte es für verschieden vom Eiweiß, weil es nicht wie dieses im salzhaltigen Blutwasser, aber wohl in reinem Wasser löslich sei, und weil es bei dem Gerinnen über dem Feuer keine Flocken, noch dichte Gerinnsel, sondern eine körnige Masse bilde. In Beziehung auf den ersten Punkt ist zu erwähnen, daß es, gelinde eingedampft, sich zugleich mit dem Eiweiß in kochsalzhaltigem Wasser noch löst. Simon fand, daß es durch Essigsäure in der Brütwärme gerinnt, auch mit Milchzucker versetzt durch Kälberlab mit der Zeit dieselbe Veränderung erleidet, und daß es bei dem Abdampfen sich mit einer Haut überzieht. Er schloß daraus, daß das Globulin Käsestoff sein müsse; Berzelius macht es aber wahrscheinlich, daß es außer Schwefel auch Phosphor enthalte, und Hünefeld wies letzteren nach. Das Milchcasein unterscheidet sich aber von dem Eiweiß nach Mulder hauptsächlich durch den Mangel an Phosphor. Wahrscheinlich bildet also dieser Stoff eine Mittelstufe zwischen Käsestoff und Eiweiß, wie es deren mehre giebt. Ganz rein von Haematin läßt es sich nicht darstellen; seine Asche giebt außer phosphorsaurem Kalk immer auch noch Eisenoxyd.

Quantitative Bestimmungen desselben im Blute sind bis jetzt nur von Simon gemacht worden. Bei seiner Methode, es durch Ausziehung des ganzen Bluts mit kochendem Alkohol von 0,915 zugleich mit dem Hämatin zu gewinnen, von dem es, nachdem sich beide Stoffe nach dem Erkalten des Alkohols niedergeschlagen haben, durch Schwefelsäure und Alkohol getrennt wird, hat er zwar die Kerne der Blutkörperchen nicht mit erhalten, aber wahrscheinlich dasjenige käsestoffartige Eiweiß mit ausgezogen, welches im Blutwasser aufgelöst ist. Dadurch kam es denn, daß er bei Kindern und Kälbern eine größere Menge Globulin gewann als bei erwachsenen Menschen und Ochsen, während doch leicht nachweisbar ist, daß die Blutkörperchen in der Jugend in geringerer Menge als nach Ausbildung des Körpers vorhanden sind. Bei einem jungen Mann betrug das Globulin 105,165,

bei einem erwachsenen Mädchen 100,890. Bei einem Pferde nahm durch Hungern die Menge dieses Bestandtheiles beträchtlich ab. Auch in Krankheiten fand sich eine Verminderung des Globulins, in der Lungenschwindsucht 74,948, in der Pneumonie 52,071 und in der Brightschen Krankheit im Durchschnitt 51,71. — Aus Thierblut erhielt er folgende Mengen: Kalb 105,925, Pferd 104,821, Ochs 83,836, Kröte 21,860, Karpfen 21,410, Schleie 13,800.

2) Hämatin.

Das Hämatin (Hämatosine nach Le Canu) ist eigentlich schon von L. Gmelin entdeckt, von Le Canu aber erst als ein besonderer Stoff in seiner Reinheit dargestellt worden. Mulder, Berzelius, Hünefeld und Simon haben die Angaben Le Canu's bestätigt gefunden und zum Theil Verbesserungen in der Darstellungsweise bekannt gemacht. Das Hämatin ist im Wasser und Alkohol unlöslich, aber als alkalische Verbindung in beiden, als saure auch im Wasser, nicht aber im Alkohol löslich. Unbekannt ist es, wodurch es im Blute zu einer im Wasser löslichen Verbindung wird; vielleicht daß es durch seine Verbindung mit dem Globulin diese Eigenschaft erhält. Gegen Kalichlorat verhält es sich indifferent. Wie Mulder gezeigt hat, ist es keine Proteinverbindung, sondern besteht aus

Kohlenstoff . .	65,84
Wasserstoff . .	5,37
Stickstoff . . .	10,40
Sauerstoff . .	11,75
Eisen	6,64

Seine Menge in 1000 Theilen Blut ist von Le Canu zu gering angegeben, zu 2,27. Simon fand bei einem jungen Mann 7,181 und bei einem Mädchen 5,237. Durch Hungern nimmt die Menge ab. In Krankheiten vermindert sie sich; in der anfangenden Phthisis selbst bis zu 2,466. Simon fand bei dem Ochsen 6,335, bei dem Pferde 4,410 und bei der Kröte 7,893; das Blut von Karpfen gab 3,225, von Schleien 1,850.

Eisengehalt des Hämatins und des ganzen Bluts. Le Mery machte zuerst die Entdeckung, daß Eisen im Blut sei, indem getrocknetes Blut von dem Magnet angezogen wurde. Darauf fing man an, die Menge dieses Metalls im Blute zu überschätzen, so daß Menghini meint, man könne wohl aus dem Eisen des Bluts Nägel, Schwerter und andere Instrumente schmieden. Deyeux und Parmentier wollten aus dem Blute berühmter Männer eine Denkmünze schlagen lassen. Indessen reicht auch dazu das Eisen des Bluts nicht einmal aus, besonders nicht, wenn wir bei der Berechnung die Angaben Le Canu's und Denis' zu Grunde legen. Nach Ersterm ist nur 0,227 Eisenoxyd (= 0,161 metallisches Eisen), nach Letzterm noch weniger, nämlich 0,202 (0,165 — 0,238) Eisenoxyd in 1000 Theilen Menschenblut. Offenbar haben sich diese Chemiker versehen, indem sie nur aus dem Hämatin und nicht aus dem ganzen Blute das Eisen darstellten. Die früheren Bestimmungen von Denis (0,9 bei Männern und 0,7 bei Frauen) kommen der Wahrheit viel näher. — Nach Berzelius liefern 100 Theile Cruor 0,6 Eisenoxyd (mit Inbegriff des phosphorsauren Eisens), und 100 Theile Cruor befinden sich ungefähr in 1000 Theilen Blut. Richardson giebt an 1,021 Subsesquiphosphat und 0,203 Peroxyd, also, da 1,021 von jenem gleich sind 0,625 von diesem, 0,828 Eisenoxyd. Zu erinnern ist hier nur, daß, wie die Kieselerde vom

Eisen von ihm abgeschieden sei, in der sonst detaillirten Analyse nicht erwähnt wird. Ich habe durch Calcination des ganzen Bluts und Aufschließen der Asche durch Natron, Lösung des ausgewaschenen Rückstands durch Salzsäure und Fällung mit Ammoniak das Eisen erhalten, so rein wie möglich von phosphorsaurem Kalk und Kieselsäure, welche letztere durch Eindampfen der salzsauren Lösung in die unlösliche Form verwandelt worden war. Bei dem Mann erhielt ich 0,832 Eisenoxyd, bei der Frau 0,779 (Mittel aus 4 Analysen). Nehmen wir nun 0,8 Eisenoxyd oder 0,555 Eisenmetall auf 1000 Theile Blut und 20 Pfd. Blut auf einen Menschen an, so giebt dies 92,16 Gran Eisenoxyd oder 63,936 Eisenmetall auf einen Menschen; also kommen 1,11 Pfd. Med. Gew. von letzterm auf 100 und gerade 111 Pfd. auf 10000 Menschen.

Das Thierblut bildet nach meinen Untersuchungen folgende Reihe:

Hund (Männchen)	0,833	(2 Analysen)
Gans	0,812	
Schwein . . .	0,782	
Huhn	0,765	(2 Analysen)
Ochs	0,717	(2 Analysen)
Pferd	0,697	
Hammel . . .	0,671	
Katze	0,610	(2 Analysen)
Truthahn . . .	0,568	
Ziege	0,469	(3 Analysen)

Das Geschlecht ergab auch bei den Hunden eine, und zwar beträchtliche Differenz; bei dem Männchen betrug die Menge 0,832, bei dem Weibchen 0,591. Bei jungen Hunden und Kälbern fand ich weniger als bei alten Thieren. In den Krankheiten der Thiere, Rotz und Fäule, war die Menge vermindert. Ein Schaf mit Fäule gab nur 0,338 Eisenoxyd.

Das Eisen sitzt in den Blutkörperchen; das Serum liefert keine eisenhaltige Asche. Im Globulin sind nur Spuren von Eisen zu finden, alles übrige ist mit dem Hämatin verbunden. Le Canu hat den Eisengehalt als einen wesentlichen Bestandtheil dieses Stoffes nachgewiesen. Auf welche Art und Weise er auch den Blutfarbestoff, rein oder unrein, darstellte, immer erhielt derselbe Eisen. Brande, Vauquelin und Sanson hatten auffallender Weise dem Farbestoff des Bluts den Eisengehalt abgesprochen, aber schon Rose und dann Berzelius widersprachen dieser Behauptung. Le Canu wußte sich aus dem Laboratorium von Vauquelin etwas von dem nach Vauquelin's Methode dargestellten Farbestoff zu verschaffen und fand denselben stark eisenhaltig. Das reine aus Menschenblut gewonnene Hämatin giebt nach Le Canu 10,0% Eisenoxyd (gleich 6,93 Eisen). Die übrigen Analysen von ihm und Andern gaben bald mehr, bald weniger, nämlich Hämatin von

Ochsen	nach Le Canu	12,805	(Mittel aus 2 Analysen)
»	» Simon	11,50	
»	» Mulder	9,71	(Mittel aus 2 Analysen)
Hammel	» »	9,30	
Huhn	» Le Canu	8,34	

Also im Durchschnitt enthält das Hämatin 10,151% Eisenoxyd. Berzelius und Simon meinen, daß man aus dem Eisenoxyd am besten die Menge des Hämatins bestimmen könne; dies setzt aber voraus, daß die Verbindung eine stöchiometrische sei, was doch nicht der Fall zu sein scheint,

obwohl das Eisen nicht aus dem Hämatin entfernt werden kann, ohne daß dasselbe zerstört wird. — Ueber die Art der Verbindung sind wir noch sehr im Unklaren. Möglich wäre, daß, wie Phosphor und Schwefel mit dem Protein, das Eisen sich ebenfalls mit einem Radical, welches jedoch anderer Art als das Protein ist, verbindet. Nach Mulder soll wahrscheinlich das Eisen metallisch in dem Hämatin sich befinden. — Wichtiger noch als dies wäre es zu wissen, in welchem Zustand das Eisen in dem aufgelöst'ten Blutroth sei, denn bei der Darstellung des Hämatins mit Hülfe der Schwefelsäure muß es natürlich einen dem frühern ganz verschiedenen Zustand annehmen. Hierüber lauten aber die Meinungen sehr verschieden. Berzelius hielt es früher für am wahrscheinlichsten, daß das Eisen in metallischem Zustande im Blute sich befinde, und Le Canu ist derselben Ansicht. Die übrigen Chemiker theilen diese Ansicht nicht und glauben meist, daß es in oxydirtem Zustande, und zwar als Oxydul, worin jede thierische Substanz das Eisenoxyd verwandelt, und zum Theil auch als Eisenphosphat sich vorfinde. Die Gründe hierfür möge man bei Fr. Arnold [1]), Hünefeld [2]) und Simon [3]) nachsehen. Indessen sind hierüber die Acten noch keineswegs geschlossen. Die Frage ist deßhalb eine der schwierigsten Probleme der organischen Chemie, weil das Eisen des Blutroths auf kein einziges der empfindlichen Reagentien gegen dieses Metall eine Reaction zeigt. Obgleich indessen an der Anwesenheit einer ziemlich großen Menge Eisen im Blutroth und in dem Hämatin nicht mehr gezweifelt werden kann, so ist es doch noch keineswegs ausgemacht, ob die rothe Farbe des Bluts von dem Gehalte desselben an Eisen herrühre. Die Nothwendigkeit, daß das Eisen die Farbe erzeuge, ist nicht einzusehen, da das Eisen im Chylus vorhanden ist, ohne diesen zu röthen, und die pflanzlichen rothen Farbestoffe nicht diesem Metalle ihre Farbe verdanken. Wenn man früher glaubte, der geringe Eisengehalt des schön rothen Vögelbluts könne als ein Beweis gegen die Entstehung dieser Farbe aus dem Eisen angesehen werden, so war dies, wie ich gezeigt habe, ein Irrthum, indem jenes Blut sehr reich an Eisen ist. Arnold behauptet, daß man die Blutfarbe hervorbringen könne durch Digestion von Eiweiß mit Eisenoxyd. Dies wäre sicher von großer Wichtigkeit; mir ist jedoch der Versuch bei mehrfacher Wiederholung nicht gelungen; die Farbe war schmutzig gelbröthlich. Der wichtigste Einwurf gegen die gewöhnliche Ansicht, nach welcher die Farbe durch das Eisen bedingt wird, ist unstreitig der, daß man aus dem getrockneten Blute das Eisen ausziehen kann, ohne die Farbe zu zerstören. Zwar gelingt dies nicht bei dem Hämatin und nach Berzelius auch nicht bei dem Blutroth, allein Hünefeld zeigte neuerdings, daß letzteres dennoch unter günstigen Bedingungen möglich sei, und Scherer [4]), dem dies vermittelst Schwefelsäure ebenfalls gelang, fand, was am entscheidensten scheint, daß das Residuum des Bluts nach der Behandlung mit Schwefelsäure an Weingeist ein Blutroth abgiebt, dessen Asche ganz weiß, nicht im mindesten eisenhaltig ist. Auch Simon macht darauf aufmerksam, daß das Blutbraun eine Modification des Hämatins nur Spuren von Eisen enthält, die ihm möglicherweise nicht zugehören und gleich wohl eine intensiv dunkele Farbe besitzt. Nach Hünefeld's

---

[1]) Lehrbuch der Physiologie. B. II. S. 284 ff.
[2]) A. a. O. S. 130.
[3]) Chemie. B. I. S. 317.
[4]) A. a. O. S. 30.

Hypotheſe ſoll das Eiſen ſelbſt nicht die rothe Farbe hervorbringen, ſondern nur dazu dienen, die Farbe nach Art der Beitzen conſtant zu machen. — Beiläufig iſt auch noch die Anſicht Heller's zu erwähnen. Derſelbe behauptet, daß eine eigenthümliche Säure, Rhodizonſäure, mit dem Alkali-Protein ſich verbinde, und mit dieſer Verbindung dann das Eiſen eine zweite eingehe. Außerdem will er noch eine braune, kohlenſtoffreiche Subſtanz, die niedrigſte Oxydationsſtufe des Kohlenſtoffs, im Blute gefunden haben, und zwar im venöſen mehr als im arteriellen. — Simon hat außer dem Hämatin auch noch Blutbraun (Hämaphaëin) im Blute gefunden. Daſſelbe iſt löslich im Waſſer, Alkohol und Aether und vom Fett ſchwer, von den Salzen gar nicht trennbar. Er hält es für identiſch mit dem gelben Farbeſtoff von Sanſon. Vermuthlich iſt beides eine Auflöſung des Hämatins durch Alkali. Die Subrubrine von O'Shaugneſſy iſt in Weingeiſt gelöſ'tes, mit Alkali verbundenes Hämatin; das Chlorohämatin und Xanthohämatin von R. H. Brett und Golding Bird ſind Zerſetzungsproducte des Blutroths durch Salpeterſäure und gehören eben ſo wenig wie die zwei von Mulder entdeckten Chlorverbindungen des Hämatins zu den normalen Beſtandtheilen des Bluts.

3) Faſerſtoff, Fett und Salze.

Verdünnt man das Blut mit Waſſer, oder wäſcht man den Blutkuchen mit Waſſer aus, ſo erhält man eine Löſung des Blutroths, in der unter dem Mikroſkop noch einzelne feine Partikelchen ſuspendirt erſcheinen. Durch Jodine und einige Salze laſſen ſich, wie oben weiter ausgeführt worden, die Blutkörperchen in ihrem ausgewaſchenen Zuſtande wieder erkennbar machen. Theils ſind in ihnen die Kerne noch ſitzen geblieben, theils von ihnen getrennt. Dieſer Theil des Cruors wird in den andern Analyſen bald mit zum Eiweiß des Bluts (Simon), bald zum Globulin (Le Canu, Denis), bald, wo das Haematin nicht getrennt, zum Blutroth (Richardſon) gerechnet.

Neuerdings hat Maitland (ſ. oben »Blutkörperchen«) einen eigenthümlichen Weg eingeſchlagen, um das Nuclein, wie er es nennt, quantitativ zu beſtimmen. Oben iſt die Unrichtigkeit der Vorausſetzung, auf welche ſich ſeine Methode gründet, dargelegt worden. Früher habe ich auf einem andern Wege den Verſuch gemacht, wenigſtens relativ in den verſchiedenen Blutarten dieſen Beſtandtheil zu beſtimmen. Ich verdünnte den Cruor des geſchlagenen Bluts mit Waſſer und decantirte ſo oft das erneuerte Waſſer, als ſich ein anfangs röthlicher, ſpäter weißlicher Satz gebildet hatte. Da bis zur Gewinnung eines weißen Satzes viele Tage erfordert werden, ſetzte ich zur Verhütung der Fäulniß dem Waſſer etwas wenig Branntwein zu. Zuletzt ward auf einem vorher gewogenen Filtrum der Satz geſammelt und getrocknet. Die weißliche brüchige Maſſe betrug im Durchſchnitt 12,0 auf 1000 Theile Blut. Aus dem Blute der Vögel und Fröſche erhielt ich eine größere Menge. Obgleich nun dieſe Subſtanz nicht ganz vollſtändig reines Nuclein iſt, ſondern erſtens Faſerſtoffſchollen, zweitens etwas durch Verdünnung des Bluts mit Waſſer niedergeſchlagenes Eiweiß und drittens auch die farbloſen Kügelchen (Lymphkörperchen) des Bluts enthält, ſo ſcheint mir dieſe approximative Beſtimmung nicht ganz ohne Werth zu ſein, zumal da die Menge in den häufig wiederholten Verſuchen ſich ziemlich gleich blieb. — Um die farbloſen Kügelchen iſolirt darzuſtellen, habe ich folgendes Verfahren verſucht. Man verdünnt das geſchlagene Blut mit Aetzammoniakflüſſigkeit zu gleichen Theilen, ſchüttelt es einige Minuten, wodurch die Lymphkörper-

chen, ohne sich aufzulösen, zu feinen schleimigen Flocken sich verbinden, und filtrirt dann die Flüssigkeit durch ein recht dünnes Papier, an dem die schleimige Substanz hängen bleibt. Sie beträgt immer nur sehr wenig.

Das mit dem Blutroth verbundene Fett, welches größtentheils die Kerne der Blutkörperchen (s. oben, »Blutkörperchen«) bildet, ist ein festes Fett. Seine Menge ist noch nicht bestimmt.

Der Kalk des Cruors beträgt, wenn man obige Analyse von Berzelius zu Grunde legt und 100 Theile Cruor auf 1000 Theile Blut annimmt, 0,02515, die Phosphorsäure 0,00484, das kohlensaure Natron 0,03. Letzteres befindet sich wahrscheinlich in Verbindung mit dem Blutroth, ist nicht in dem die Blutkörperchen tränkenden Wasser aufgelöst.

III. Aufgelöste Bestandtheile.

a) Organische Stoffe.

1) Proteinverbindungen.

α. Faserstoff.

Dieser Stoff (fibrina, das Fibrin) war schon Hippokrates bekannt und wurde von Gaub als ein besonderer Stoff nachgewiesen, von Haller aber wieder bestritten; den Namen »fibra« erhielt er zuerst von Malpighi; Senac nannte ihn »lympha coagulabilis.« Man gewinnt ihn entweder, indem man das frische Blut im Augenblicke der Gerinnung mit einem Stäbchen, einem Quirl rührt und schlägt, wobei es sich dann in Gestalt von Fasern oder Häutchen um das Stäbchen anlegt, oder indem man den in einem Leinwandbeutel eingeschlossenen Blutkuchen zerdrückt und wiederholt auswäscht, bis die weißen kleinen Faserstoffstückchen auf der Leinwand zurückbleiben. Durch Auswässern wird er dann mehr oder weniger weiß, d. h. von den von ihm eingeschlossenen Blutkörperchen befreit. Auch der weißeste röthet sich immer noch etwas an der Luft, was ein Zeichen ist, daß er noch Blutkörperchen eingeschlossen hält. Je fester er ist, desto weißer kann er dargestellt werden. Von fleischfressenden Thieren, Hunden und Katzen ist er mürbe und weich, leicht zersetzbar und kann daher nicht bis zur völligen Weiße ausgewaschen werden. Von Ziegen, Schafen und Ochsen ist er fester und also auch weißer; weniger fest und weiß ist der von Schweinen, und der von den Menschen steht zwischen beiden Arten in der Mitte. Die Blutkörperchen der Vögel, Amphibien und Fische haften so innig an ihm, daß sie alle kaum entfernt werden können; auch im reinsten erkennt man unter dem Mikroskope sogleich die unzählige Menge der eingeschlossenen Kerne. Daher kann die Menge des Faserstoffs bei diesen Thieren gar nicht mit Bestimmtheit gemessen werden und wird in der Regel zu hoch angegeben. Eben so bleiben auch die Lymphkügelchen mit großer Hartnäckigkeit an ihm hängen. Die Schwierigkeit, den Faserstoff rein von den im Blute aufgeschwämmten Körperchen zu erhalten, ist also bald größer, bald geringer, hängt einestheils von der Beschaffenheit des Faserstoffs, ob derselbe fest oder mürbe ist, anderntheils aber auch von den Blutkörperchen ab. Letzteres kann man durch einen Versuch zeigen. Aether verändert den Faserstoff nicht, zersetzt aber die Blutkörperchen der Menschen und Säugethiere; vermischt man nun frisches Blut mit vielem Aether vor dem Rühren, so enthält der gewonnene Faserstoff die Hüllen und Kerne von jenen in viel größerer

Menge als sonst eingeschlossen. Bei einem Versuche mit Schweineblut betrug das durch dieselben hervorgebrachte Mehrgewicht des ausgewaschenen und getrockneten Faserstoffs 2,6 auf 1000 Theile Blut. Außer den Lymphkörperchen findet sich im Faserstoff auch noch ein Theil Fett eingeschlossen, und dies um so mehr, je reicher der Gehalt desselben und besonders des festen, schnell gerinnenden Fettes im Blute ist. So enthält der Faserstoff von Kälbern immer mehr Fett als der von Ochsen. Aus dem gut ausgewaschenen und getrockneten Faserstoff des gesunden Menschenbluts erhielt ich 4,9% Fett und aus dem von faserhäutigem Blute 8,5%. — Was die Beschaffenheit des Faserstoffs anbetrifft, so ist derselbe, je jünger der Mensch oder das Thier ist, um so mürber, zarter, leichter, durchsichtiger, zersetzbarer, an der Luft sich weniger röthend. Mehrmals beobachtete ich, daß Faserstoff von jungen Hunden bei dem Eintrocknen in niederer Temperatur ganz flüssig ward; Hünefeld sah, daß er von jungen Rindern und Schafen unter Aether sich auflös'te. Durch große Blutentziehungen läßt sich, wie ich anderswo gezeigt habe, der Faserstoff auf diese Stufe zurückführen, wobei er aber an Menge nicht abnimmt, sondern zunimmt. Magendie hat neuerdings gefunden, daß durch Wiedereinspritzen des durch Schlagen seines Faserstoffs beraubten Bluts in die Adern eines Thieres ein Faserstoff sich bildet, der eine ähnliche Beschaffenheit besitzt, nämlich weicher, schwammig ist und bei 60° C. zerfließt. Er nennt diesen Faserstoff Pseudofibrine. — Wenn man auf die gewöhnliche Weise den Faserstoff aus dem Blute gesammelt hat, so muß man nicht glauben, daß dies nun aller Faserstoff des Bluts sei; es ist jedesmal eine geringere oder größere Portion noch in Form von Schollen zurückgeblieben, oder beim Auswaschen durch das Leinwandfiltrum gegangen, wie dies das Mikroskop nachweis't. Und diese Partikelchen finden sich in demjenigen Blute am meisten, dessen Faserstoff sich zu einer wenig festen Masse vereinigt, wie bei den Hunden. Leider giebt es kein Mittel, diesen Gehalt des Bluts an Faserstoff zu messen, da, wenn auch das Blut sich leicht filtriren ließe, die Schollen zum Theil doch durch das Papier gehen. Außerdem kann vielleicht noch ein Theil Faserstoff im Blute im aufgelös'ten Zustande zurückbleiben; diese Menge würde sich nach der des Alkalis und der Salze richten. So ist es denn rein unmöglich, genau die normale Menge Faserstoff im Blute zu bestimmen, und nur die nach derselben Methode angestellten Analysen erhalten durch die Vergleichung einen Werth. Ob man das Blut zu diesem Zwecke rührt, oder den Kuchen auswäscht, soll zwar nicht gleichgültig sein; es kommt aber wohl mehr auf die Art und Weise an, wie man diese oder jene Methode anwendet, als auf diese selbst, daher denn die Einen auf diese, die Andern auf jenem Wege eine größere Menge erhalten haben wollen. So viel ist gewiß, daß das durch das Schlagen des Bluts gewonnene Fibrin, weil es weicher ist und das Blutroth hartnäckiger zurückhält, länger ausgewässert werden muß und dabei also mehr Partikelchen verliert als das durch Auswaschen in kleinen, wenigen zusammenhängenden Stücken erhaltene. — Man hat auch wohl den frischen Faserstoff gewogen und danach die Berechnung des trockenen gemacht. Hierdurch hat man aber noch eine neue Quelle der Ungenauigkeit eröffnet. Nach Berzelius verliert der feuchte, bloß zwischen Löschpapier ausgetrocknete Faserstoff durch das Trocknen $^3/_4$ seines Gewichts, nach Andern aber $^4/_5$ (Chevreul, LeCanu, Maitland) zuweilen, nach gutem Austrocknen auch wohl nur $^2/_3$.

In der Bestimmung der Menge des im Blute der Menschen vorhandenen Faserstoffs herrschen unter den neueren Analysen keineswegs die Wider-

früche, die noch vor 6 Jahren bestanden. Le Canu hat eingesehen, daß er sich in seinen früheren zu hohen Angaben täuschte. Denis fand früher als die gewöhnlichen Grenzen 2,51—2,8 Faserstoff auf 1000 Theile Blut; jetzt giebt er 2,14 und 2,27 (also 2,2 im Mittel) an. Die mittlere Menge aus 2 Fällen bei Simon ist 2,109; Richardson fand 2,12; Andral und Gavarret nehmen 3,0 als Normal an. Ich habe früher als Mittelzahl aus 12 Fällen von ziemlich gesunden Menschen 2,55 angegeben; aus fünf neueren erhielt ich nur 2,1 (1,9—2,8). Ob nach dem Geschlecht ein Unterschied im Gehalt an Faserstoff existirt, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, obgleich Einige den Männern mehr Faserstoff zuschreiben. Das Blut der neugeborenen Kinder ist arm an Faserstoff, aber nicht das der Kälber, im Verhältniß zu dem der Ochsen. Zur Zeit der Pubertät nimmt die Menge dieses Stoffes zu. Auch junge, halbausgewachsene Hunde gaben mir immer eine größere Menge als ältere. Bei alten Leuten ist meiner Beobachtung nach keine Abnahme zu bemerken, obgleich dies gewöhnlich behauptet wird. Durch Hungern und durch Aderlässe nimmt der Gehalt an Faserstoff zu. Am meisten durch Entzündung und Schwangerschaft; in beiden Zuständen zuweilen selbst bis fast 6,0, meistens jedoch nur bis zwischen 3,0 und 4,0. Ich habe darüber früher genaue Zahlenverhältnisse mitgetheilt, welche durch die von mir in den letzten Jahren angestellten Untersuchungen sowohl bei Menschen als auch bei Thieren vollkommen bestätigt sind. Bei Denis findet sich auffallenderweise keine Bestätigung für diese Angaben. Andral und Gavarret haben vor Kurzem die Zunahme des Faserstoffs in Entzündung durch eigene Untersuchungen ebenfalls erwiesen, und von nun an wird man diese Thatsache wohl in der Pathologie und Pathogenie besser würdigen, als es bisher geschehen ist. Wenn aber die beiden zuletzt genannten Beobachter behaupten, daß in keiner andern Krankheit der Gehalt des Faserstoffs im Blute vermehrt sei, so ist dies ein Irrthum, da fast in allen Krankheiten, in denen das Blut faserhäutig wird, wie z. B. in der Bright'schen Krankheit, auch die Gewichtszunahme jenes Stoffes erfolgen kann. Der Faserstoff spielt in manchen Krankheiten eine sehr wichtige Rolle; bald ist er im Uebermaaß vorhanden, und es entstehen große Ergießungen von faserstoffhaltiger Flüssigkeit in das Zellgewebe der Organe und in die serösen Höhlen, bald ist seine Menge vermindert, und die Gerinnbarkeit des Bluts ist aufgehoben. Der Grund dieser Abweichung ist keineswegs überall klar. Oft habe ich eine große Vermehrung des Faserstoffgehaltes zusammentreffen gesehen mit einer Zunahme der Salze im Blute und verlangsamten Gerinnung, zuweilen nur mit Zunahme des Alkalis; aber ich gestehe, daß auch Ausnahmen von dieser Regel vorkommen; namentlich gilt dies von denjenigen Fällen, wo die Gerinnung rasch und doch die Faserstoffmenge vermehrt ist. Entweder kommt dies daher, daß hierdurch der Faserstoff fester gerinnt und in größerer Menge gewonnen werden kann, oder es giebt Verhältnisse, die uns noch unbekannt sind. — Von vielen Mitteln wird behauptet, daß sie direct auf die Beschaffenheit dieses Stoffs einwirken, ohne daß dies jedoch durch Versuche nachgewiesen ist. Ich habe alle Mittel, von denen zu erwarten gewesen wäre, daß sie die Menge des Faserstoffs verminderten, wiederholt bei Thieren längere Zeit hindurch angewandt, ohne großen Einfluß derselben auf den Faserstoff zu bemerken. Vermindert fand ich den Gehalt durch den längern Gebrauch von Säuren. Diese werden indessen gewöhnlich gegen denjenigen Zustand angewandt, in welchem eine Verminderung der Gerinnbarkeit des Bluts angenommen zu werden pflegt,

namentlich gegen purpura haemorrhagica. Indeſſen iſt dies eigentlich kein Widerſpruch zwiſchen Praxis und Theorie, denn es iſt nach meinen Unterſuchungen des Bluts der an jener Krankheit leidenden Menſchen die Menge des Faſerſtoffs bei denſelben keineswegs vermindert. Salpeter löſ't den Faſerſtoff nach Denis auf, und man erklärt ſich jetzt allgemein (auch J. Müller) die vortheilhafte Wirkung dieſes Salzes in entzündlichen Krankheiten. Leider kann ich nicht verſichern, ob dieſe Erklärung richtig iſt, da mir die mit großen Gaben Nitrum behandelten Thiere ſtarben. In der Leiche war indeſſen das Blut feſt geronnen. Salmiak, der auch den Faſerſtoff auflöſ't, veränderte die Beſchaffenheit des Bluts auffallend, ohne jedoch die Menge des Faſerſtoffs zu vermindern. Nach großen Gaben Kochſalz fand ich weniger Faſerſtoff, nach ſalpeterſaurem Baryt eine noch viel größere Abnahme. Am auffallendſten iſt die Wirkung des Phosphors. Einige Tage nach dem Gebrauch von dieſem verlor das Blut ſeine Gerinnbarkeit und enthielt nicht einmal Faſerſtoffſchollen bei der mikroſkopiſchen Unterſuchung. Aehnlich iſt nach Simon [1]) die Wirkung des Leberthrans. Auch durch Eiſen nahm in meinen Verſuchen der Faſerſtoffgehalt zu, eben ſo nach Fleiſchkoſt bei Hunden. Merkwürdig wäre es, wenn es ſich in anderen Verſuchen beſtätigte, wie es in vieren der Fall war, daß kohlenſaures Natron gerade entgegengeſetzt wie das kohlenſaure Kali wirkte, erſteres nämlich die Menge des Faſerſtoffs vermindernd, letzteres vermehrend. Näheres über dieſe, für die Therapie nicht unwichtigen Verſuche werde ich an einem andern Orte mittheilen. Ich will hier nur noch eine Beobachtung hinzufügen, die weiter verfolgt werden dürfte. Nach Durchſchneidung des Rückenmarkes und noch mehr nach Zerſtörung des Lendenmarkes bei Hunden ſteigerte ſich die Menge des genannten Stoffes ſehr beträchtlich. Sollte hiervon vielleicht die gehemmte Ausleerung und Ausſcheidung des Harnſtoffes Schuld ſein?

Nach Berthold iſt der Gehalt des Bluts an Faſerſtoff bei den Thieren folgender: Huhn 1) 25,0, 2) 13,7, Taube 16,7, Karpfen 11,6, Ochs 7,4, Hund 6,3, Froſch 6,0, Hammel 5,0, Katze 4,7, Schwein 3,9; außerdem fand er bei dem Kalbe 5,7 und bei dem Ziegenlamm 4,0. (Von zwei Analyſen bei Menſchen gab die eine 1,9, die andere 5,5.) Von anderen Chemikern exiſtiren nur zerſtreute Angaben von einzelnen Thierarten. Ich muß leider geſtehen, daß ich als Mittel zahlreicher Analyſen von jeder Thierart eine ganz andere Reihenfolge als Berthold erhalten habe, nämlich Huhn 5,85, Ochs 4,0, Schaf 3,8, Kaninchen 3,75, Schwein 3,6, Ziege 3,35, Pferd 2,85, Menſch 2,55, Katze 2,0, Igel 1,8, Hund 1,7. Was außerdem noch die kaltblütigen Thiere anbelangt, ſo fand ich bei denſelben nur ſehr wenig Faſerſtoff. Eben ſo Simon bei Fiſchen und Kröten. — Seit der Ziehung jener Mittel habe ich noch mehre neue Analyſen angeſtellt, deren Berückſichtigung jedoch nur wenig die angegebenen Zahlen verändern würde. Höchſt befremdend muß es erſcheinen, daß ich dem Pferde nur eine ſo geringe Menge Faſerſtoff zuſchreibe, während von Anderen die Zahlen 4,9 (Gurlt), 7,5 (Reuß), 8,2 (Magendie), 8,7 (Schultz) angegeben werden. Ich habe ebenfalls den Gehalt ſo groß und ſelbſt noch höher gefunden, jedoch waren alle dieſe Pferde mit ſo faſerſtoffreichem Blute nicht im Zuſtande vollkommener Geſundheit, wie dies bei jenen der Fall war, die ich zu obigen Analyſen benutzte. Es finden bei keinem Thiere ſo leicht Abweichungen in dieſer Beziehung Statt als gerade beim Pferde.

[1]) Froriep's Notizen. April 1841. S. 53.

β. Eiweiß und Käsestoff.

Außer daß das Eiweiß im Blutwasser aufgelöst ist, findet sich auch noch eine kleine Menge in dem auch noch so gut als möglich von Serum befreiten Blutkuchen. Gewöhnlich wird bei den Analysen diese Menge übersehen und zum Cruor gerechnet. Dies ist z. B. bei Denis der Fall. Aus dem Blutwasser wird durch die Siedhitze, am besten durch Alkohol das Eiweiß niedergeschlagen. — Die Angaben der Menge des Eiweißes im menschlichen Blute sind folgende: nach Denis 55,0 (50,0 — 60,0), seinen neueren Berechnungen zufolge bei den gesunden erwachsenen Menschen 70,731 — 73,367, nach Le Canu 68,08 (57,89 — 74,74), nach Berthold 78,6, nach Richardson 63,008, nach Simon 76,6. Letzterer behauptet, das normale Verhältniß zwischen Globulin und Eiweiß sei wie 10 : 7. Ich habe als mittleres Verhältniß des Cruors zum Eiweiß jetzt 116,5 : 74,2 gefunden. Nach Le Canu, Denis und Simon enthält das Blut der Männer verhältnißmäßig weniger Eiweiß als das der Frauen, das der Erwachsenen nach Denis weniger als das der Kinder (beim Kalbe und Ochsen ist jedoch nach Simon das Verhältniß umgekehrt). Bei dem lymphatischen Temperamente findet sich, wie Le Canu gefunden, mehr Eiweiß als bei dem sanguinischen. In der Schwangerschaft nimmt nach Denis der Eiweißgehalt etwas ab. Durch Hungern nimmt er zu. Nach Le Canu kommen in Krankheiten im Ganzen wenig Abweichungen in der Menge dieses Bestandtheiles vor. Vermehrung findet man meist in der Entzündung und im Anfange acuter Fieber (Denis, Jennings), in der Gelbsucht (Le Canu, Kane, Jennings) und in der Cholera (Mulder, Simon); Verminderung in der Wassersucht mit gerinnbarem Urin (die neueren Analysen von Simon zeigen jedoch, daß dies nicht immer der Fall) und meist auch in der Honigharnruhr.

Von mehren Chemikern, welche nur das Serum analysirt haben, existirt eine Angabe des Eiweißgehaltes in diesem; so fand Marcet 86,0, Berzelius 80,0, Denis eben so viel, Bostock 100,0 und Le Canu 78,45. Ich habe 81 (71,7 — 90,0) als Normal berechnet. Geschlecht und Alter machen bei Menschen wenig Unterschied. Wo keine feste Substanzen, nur nahrungsstofflose Flüssigkeiten in dem Körper aufgenommen werden, vermindert sich meinen Beobachtungen zufolge der Eiweißgehalt. — Die Abnahme desselben im Serum trifft bei den zwei vorhergenannten Krankheiten mit der Abnahme im ganzen Blute zusammen; in der Schwindsucht dagegen und nach häufigen Blutentziehungen kann in dem Verhältniß zu den Blutkörperchen das Eiweiß, obgleich es im Blutwasser verhältnißmäßig etwas vermindert ist, doch vermehrt sein, weil hier die Menge des Cruors so außerordentlich abgenommen hat. Ueberall, wo das Blut in hohem Grade wässerig, ist auch das Serum arm an Eiweiß; bei geringeren Graden kann auch das Gegentheil vorkommen. Eine Vermehrung des Eiweißes im Blute durch Zunahme dieses Bestandtheils im Serum kommt am regelmäßigsten in der Cholera und bei Leberleiden vor. — Die zahlreichsten Bestimmungen über den Eiweißgehalt des Bluts der Thiere finden sich bei Prévost und Dumas, dann bei Berthold und einige bei Simon. Die Reihen lauten:

nach Prévoſt und Dumas				nach Berthold		nach Simon	
Aal	94,0	Hund	65,5	Schwein	84,6	Kröte	112,330
Pferd	92,0	Huhn	63,0	Kalb	80,8	Pferd	97,801
Meerſchwein	87,2	Reiher	59,2	Ziegenlamm	75,3	Ochs	95,050
Ente	84,7	Rabe	56,4	Ochs	71,8	Kalb	83,925
Katze	84,3	Taube	48,9	Katze	70,5	Karpfen	83,850
Schildkröte	80,6	Froſch	46,4	Hammel	69,1	Schleie	68,8
Affe	77,9			Huhn	60,5 / 56,6		
Schaf	77,2						
Forelle	72,5			Karpfen	46,7		
Kaninchen	68,3			Taube	43,2		
Aalraupe	65,7			Froſch	42,2		

Die Thiere mit elliptiſchen Blutkörperchen ſcheinen alſo im Ganzen verhältnißmäßig weniger Eiweiß und deſto mehr Blutkörperchen zu beſitzen. Die Vergleichung des ſpecifiſchen Gewichts des Bluts mit dem des Serums ließ dies Reſultat erwarten.

Käſeſtoff. In geringer Menge iſt dieſer Stoff von L. Gmelin im Blute entdeckt worden. — Nach Golding Bird finden ſich dem Käſeſtoff ähnliche Stoffe mit viel phosphorſauren Salzen in dem Urin aller Schwangeren; ſie werden ſich wahrſcheinlich auch im Blute derſelben vorfinden. Hünefeld hat bei Retention der Milch von Säugenden den Käſeſtoff im Blute nachgewieſen. — Wenn man Blutwaſſer mit Eſſigſäure verſetzt (20 Tropfen etwa auf eine Unze) ſo findet man zuweilen, daß daſſelbe zu einer Gallerte gerinnt. Nicht jedes Blutwaſſer zeigt dies Phänomen; bei allen aber findet man wenigſtens eine Trübung, wenn die Miſchung der Wärme des Brütofens einige Zeit lang ausgeſetzt bleibt. Durch Digeſtion des Blutwaſſers mit bloßem Kalbsmagen ohne Säure läßt ſich die Gerinnung nicht hervorbringen, wohl aber erhält man durch die mit etwas Salzſäure bereitete Verdauungsflüſſigkeit einen Niederſchlag. Das Präcipitat läßt ſich auf dem Filtrum auswaſchen, iſt alſo nicht löslich in Waſſer, aber wohl in concentrirter Eſſigſäure. Ich habe leider die Fälle nicht aufgezeichnet, in welchen die Wirkung der Eſſigſäure ſo äußerſt augenfällig war; doch entſinne ich mich, daß ich zuweilen bei Kalbſerum die Gallerte ſchon bei der gewöhnlichen Luftwärme entſtehen ſah, und daß einmal das Serum eines an großer Eiterinfiltration der Lungen mit Entartung der Leber leidenden Mannes ſehr ſtark nach Zuſatz von jener Säure gerann. — Iſt nun der Stoff, welcher durch Eſſigſäure bei der Wärme gerinnt, bloß das im Serum vorhandene Alkalialbuminat oder eine Zwiſchenſtufe zwiſchen Eiweiß und Käſeſtoff? Daß es deren mehr als eine giebt, läßt ſich nachweiſen; das Globulin iſt ſchon eine von dieſen. Es wäre zu wünſchen, daß die Chemiker den Unterſchied des Alkalialbuminats von dem Käſeſtoff und die Uebergänge von dem einen zu dem andern genauer beſtimmten.

Sowohl wegen der Lehre von der Entzündung als von der Verwendung und Zerſetzung des Bluts iſt es nöthig, hier auf einige chemiſche Verhältniſſe näher einzugehen und namentlich nachzuforſchen, in welchem Zuſtande Eiweiß und Faſerſtoff im Blute aufgelöſ't ſind. Zuerſt muß aber unterſucht werden, ob beide Stoffe chemiſch identiſch ſind.

Unterſchied des Faſerſtoffs vom Eiweiß.

Mulder hat zuerſt dargethan, daß Faſerſtoff und Eiweißſtoff, ſo wie der Käſeſtoff nebſt dem Globulin, Modificationen eines und deſſelben Stof-

fes sind, welchen er Proteine (Protein) genannt hat. Diese Substanz hat nach ihm folgende aus Berechnung gefundene Zusammensetzung: $C_{40} H_{62} N_{10} O_{12}$. Liebig begnügt sich mit einer empirischen Formel $C_{48} H_{72} N_{12} O_{14}$. Die Bestandtheile auf 100 berechnet sind:

	nach Mulder	nach Liebig
Kohlenstoff	55,29 . . .	55,742
Wasserstoff	7,00 . . .	6,827
Stickstoff	16,01 . . .	16,143
Sauerstoff	21,70 . . .	21,288

Von dem Faserstoff (Fibrin) und dem Eiweißstoff (Albumin) existiren manche ältere und neuere Elementaranalysen, ältere von Thénard, Gay-Lussac, Michaelis, neuere von Mulder, J. Vogel und Scherer, die aber keineswegs unter sich übereinstimmen. Selbst die neueren, nach Vervollkommnung der Stickstoffanalysen angestellten widersprechen sich; nach Mulder ist mehr Sauerstoff in dem Fibrin als in dem Albumin, während die drei übrigen Bestandtheile wenig Differenz darbieten; nach Vogel giebt dagegen das Albumin merklich mehr Sauerstoff als das Fibrin und dafür weniger Stickstoff. Die neuesten unter Liebig von Scherer angestellten Analysen sind ohne Zweifel die genauesten, sowohl wegen der bessern Methode als wegen ihrer größern Zahl. Scherer zeigt, daß man nur mit chromsaurem Blei den Kohlenstoff vollständig verbrennen könne. Ich stelle daher nur das Mittel seiner auf diesem Wege angestellten Analysen zusammen. Vom Faserstoff giebt er deren drei, vom Bluteiweiß zwei und außerdem noch eine vom Eiereiweiß.

	Faserstoff.	Bluteiweißstoff.	Eiereiweißstoff.
Kohlenstoff	54,8107 . . .	55,2790 . . .	55,000
Wasserstoff	7,0507 . . .	7,0405 . . .	7,073
Stickstoff	15,8306 . . .	15,6770 . . .	15,920
Sauerstoff nebst Schwefel und Phosphor.	22,3080 . . .	22,0035 . . .	22,007
	100,0000	100,0000	100,000

Nach Mulder gehören Phosphor und Schwefel mit zur Constitution dieser Stoffe; leider sind sie aber in den obigen Analysen nicht vom Sauerstoff getrennt. Eiweiß und Faserstoff unterscheiden sich nach Mulder dadurch, daß ersteres fast die doppelte Menge Schwefel enthält als letzterer, nämlich Albumin 0,68% und Fibrin 0,36%. Die Menge des Phosphors ist in beiden gleich, nämlich 0,33%. Der Käsestoff liefert keinen Phosphor und von dem Schwefel so viel als der Faserstoff. Ziehen wir für Phosphor und Schwefel von dem Sauerstoff in den Scherer'schen Analysen bei dem Faserstoff 0,69 und dem Eiweißstoff 1,01 ab, so wird die Differenz im Gehalt an Sauerstoff zwischen beiden Proteinverbindungen noch größer als in den obigen Analysen. Das Fibrin besteht also aus mehr Sauerstoff und etwas mehr Stickstoff, aber aus etwas weniger Kohlenstoff als das Albumin. In ersterer Hinsicht herrscht also vollkommene Uebereinstimmung zwischen Mulder und Scherer. — Die nach der Calcination zurückbleibende Asche wird von den meisten Chemikern als beträchtlicher bei dem Eiweiß angegeben. Nur Vogel macht hier eine Ausnahme, so wie Scherer in einer einzigen Analyse. In folgender Tabelle sind nur die neuen Bestimmungen von Mulder aufgenommen:

	Eiweiß	Faserstoff.
Berzelius	1,8 % . . .	0,66 %
Mulder	2,03 % . . .	0,77 %
Vogel	2,33 % . . .	2,66 %
Simon	6,25 — 7,25 % . . .	1,5 — 2,0 %
Scherer	1,3 % . . .	1,265 in einem, in den übrigen Versuchen 1,4 — 2,1 %.

Offenbar hat Simon das geronnene Eiweiß nicht so vollkommen ausgewaschen, als es die übrigen Chemiker gethan. Dies beweis't auch der Umstand, daß er außer den erdigen Salzen mehr lösliche Salze, Chlorsalze, kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Salze in der Asche gefunden hat, von denen die übrigen höchstens nur Spuren bemerkt haben. So versichert namentlich Scherer von dem Albumin, Fellenberg [1]) von dem Fibrin, aus welchem er 1,244 erhielt, kein freies Alkali, noch ein kohlensaures angetroffen zu haben. Die erdigen Salze bestehen größtentheils aus Kalk, etwas Talk und Spuren von Kieselerde. So hat sie schon Berzelius bestimmt. Nach ihm ist der Kalk nur phosphorsaurer, ohne Beimischung von schwefelsaurem. Auch Scherer fand keine Spur von Schwefelsäure in der Asche des Albumins. Dagegen giebt Mulder im Eiweiß 0,3 — 0,4 % und im Faserstoff etwas weniger schwefelsauren Kalk an. Vogel, Simon und Fellenberg fanden ebenfalls schwefelsauren Kalk. Die Menge des phosphorsauren ist nach Mulder in beiden Stoffen fast gleich (0,33 — 0,37). Simon giebt sie im Eiweiß auf 1,2 an. Man sieht, daß hier noch fernere Untersuchungen Noth thun. Es hält leider nur gar zu schwer, große Portionen Eiweiß, deren man zu quantitativen Analysen bedarf, vollständig von allen löslichen Salzen zu befreien. — Man ist nicht darüber einig, ob der Kalk eben so wesentlich zur Constitution des Eiweißes und des Faserstoffs sei, als nach Mulder es Schwefel und Phosphor sein sollen, und ob er daher nicht mit in die Formel aufgenommen werden müsse. Vielleicht wird der Kalk, welcher als kohlensaurer oder als kaustischer mit einer Portion des Proteins im Blute eine lösliche Verbindung bildet, aus der er bei der Präcipitation des Eiweißes durch Kochen oder Weingeist eben so gut ausgeschieden wird als die das Eiweiß in Auflösung haltenden Salze und selbst wie in geringer Menge das Alkali des Albuminats, von dem geronnenen Eiweiß bei dem Auswaschen zurückgehalten. Es giebt leider noch kein Mittel, auf chemische Weise den Kalk vom Eiweiß zu trennen, durch welches nicht auch dies aufgelös't oder zersetzt würde. — Falls das quantitative Verhältniß des Kalkes in der Asche des gereinigten Faserstoffs und des Eiweißes ein so beständiges ist, wie es Mulder angiebt, so wäre man aus diesem Grunde berechtigt, den Kalk mit in die Formel der beiden Stoffe aufzunehmen.

Man hat sich mannigfache Mühe gegeben, noch fernere Unterschiede zwischen Eiweiß und Faserstoff aufzufinden, ist aber in dieser Beziehung nicht zu den gewünschten Resultaten gelangt. Die Versuche, Verschiedenheiten beider Stoffe in ihrer normalen Lösung aufzufinden, sind wegen der schnellen Gerinnung des Faserstoffs, den man erst chemisch verändern muß, um ihm diese Eigenschaft zu nehmen, nicht thunlich und, weil der frische Faserstoff nicht in einer isolirten Lösung erhalten werden kann, sehr beschränkt. Gewöhnlich verglich man daher das durch Kochen geronnene Eiweiß des Blutwassers oder der Eier mit dem frisch ausgewaschenen Faserstoff, oder man

[1]) Müller's Archiv. Jahrgang 1841. S. 548.

prüfte beide Stoffe, nachdem man dieselben getrocknet und mit Aether und Alkohol gereinigt hatte. Man nahm also an, daß die künstliche Gerinnung des Eiweißes der normalen des Faserstoffs gleichzustellen sei; dies ist jedoch eine Annahme, deren Richtigkeit in Zweifel zu ziehen ist, weil das Eiweiß eben so gut wie der Faserstoff, welcher durch die Siedehitze eine wesentliche Umwandlung erleidet, durch dieselbe verändert werden kann. Mit dem bei gelinder Wärme ohne Gerinnung eingedampften Eiweiß läßt sich freilich der getrocknete Faserstoff wieder nicht gut vergleichen, weil jenes nicht von den Salzen gereinigt ist und in Wasser lösbar bleibt. Diese Lösbarkeit kann aber nach Scherer's Beobachtung, die vollkommen mit der meinigen übereinstimmt, dem getrockneten Eiweiß genommen werden, wenn man dasselbe in fein gepulvertem Zustande mit kaltem Wasser auslaugt. Auch selbst ohne dies Verfahren habe ich das ohne Gerinnung eingetrocknete Serum nur zum Theil in warmem Wasser löslich gefunden. Mit diesem unauflöslichen, gelben, fast durchsichtigen Eiweiß ist nun der ausgewaschene Faserstoff viel eher zu vergleichen.

J. Müller führt als einen Unterschied des flüssigen Faserstoffs und Eiweißes an, daß jener durch Aether niedergeschlagen werde, dieses aber nicht. Dasselbe kann man von allen denjenigen Stoffen sagen, welche, dem frischen Blute zugesetzt, die Gerinnung des Faserstoffs sehr beschleunigen. Nur ist hier der Umstand beachtenswerth, daß das Hühnereiweiß durch Aether stark getrübt wird, das des Serums fast gar nicht oder nur wenig. Aus diesem Grunde hat man (z. B. Hünefeld) gesagt, daß ersteres Faserstoff in Auflösung enthalte. Diese Auffassungsweise kann aber nicht als richtig gelten, da man nach Filtriren des getrübten Eiweißes und durch Schütteln mit frischem Aether immer wieder neue Portionen Eiweiß niederschlägt. Dies Präcipitat ist mikroskopisch feinkörnig, nicht schollenförmig. Der Aether ist im Wasser wenig löslich und kann daher nur wenig Eiweiß zum Gerinnen bringen. Dampft man das Serum ein, und setzt nun erst den Aether zu, so erfolgt stärkere Gerinnung. Das Hühnereiweiß zeigt sich also nur deßhalb in der Reaction auf Aether verschieden vom Serum, weil es eine concentrirtere Lösung des Eiweißes ist. Nach Hünefeld findet eine Gerinnung durch Aether auch im Serum, namentlich in dem des Hammelbluts zuweilen Statt, nicht aber in dem des Hühnerbluts. Er selbst bemerkt, daß dies jedesmal dann gelatinirt, wo Blutkörperchen im Serum suspendirt sind. Gerade dies ist aber beim Hammelblute mehr oder weniger immer der Fall. Jene Erscheinung hängt wahrscheinlich mit der Zersetzung der Blutkörperchen durch Aether zusammen. Vielleicht wird auch das Alkalialbuminat, welches im Eierweiß und im Hammelserum am reichlichsten vorkommt, eher durch Aether zerlegt als das Salzalbuminat. — Nach Magendie[1]) bringt das salpetersaure Kupfer das Eiweiß zum Gerinnen, hebt aber die Gerinnung des Faserstoffs auf. Letzteres ist aber nicht richtig ausgedrückt, da der Faserstoff mit dem Eiweiß niedergeschlagen und eben so gut wie dies durch das Kupfer zersetzt wird. — Verdünnung des frischen Bluts mit viel Wasser verzögert zwar die Gerinnung des Bluts etwas, hebt sie aber nicht auf. Wo diese durch Salze gehemmt ist, wird sie durch Verdünnung mit Wasser wieder herbeigeführt. Auch von dem Eiweiß des Blutwassers wird ein kleiner Theil durch starke Verdünnung gefällt; bei der Anwendung

[1]) A. a. O. S. 314.

der Siedhitze zeigt sich aber das verdünnte Eiweiß weniger zur Gerinnung geneigt als das unverdünnte.

Vergleichen wir die Löslichkeit des geronnenen Eiweißes mit der des Faserstoffs, und zwar 1) in Säuren, so finden wir zunächst beide Stoffe, wenn sie getrocknet und gereinigt sind, wenig löslich in kalter Essigsäure, obgleich beide sehr rasch gallertförmig aufquellen. Ich finde, daß der Faserstoff noch stärker aufquillt als das Eiweiß, besonders wenn man den frischen ausgewaschenen Faserstoff mit dem durch Kochen erhaltenen Eiweiß vergleicht. In diesem Zustande ist er am löslichsten in Essigsäure. Ihm steht darin das ungeronnene, durch Ausziehung der Salze in Wasser unlöslich gewordene Eiweiß gleich. Durch Kochen mit vielem Wasser sind auch die gereinigten getrockneten Stoffe nach dem Aufquellen in Essigsäure allmälig zum größten Theil löslich. So haben also sowohl diejenigen Recht, welche mit Berzelius behaupten, daß der Faserstoff in Essigsäure löslich sei, wie auch diejenigen, welche mit Güterbock die Löslichkeit läugnen. — In verdünnter Schwefelsäure ist nach Berzelius das Albumin löslich, während das Fibrin zusammenschrumpft. Mir hat indeß der Versuch nicht recht glücken wollen, entweder weil das Eiweiß zu stark gekocht, oder die richtige Verdünnung der Säure nicht recht getroffen war. Durch starke Schwefelsäure soll in der Wärme das Eiweiß nach O'Shaugnessy geröthet werden, nicht aber der Faserstoff. Ich habe jedoch auch diesen Unterschied nicht sehr deutlich finden können. — In Chlorwasserstoffsäure sind beide Stoffe löslich, und die concentrirte Lösung nimmt mit der Zeit eine blaue Farbe an, die nach Mulder bei dem Faserstoff indigoblau, bei dem Eiweiß violett ist.

2) In Alkalien lösen sich beide Proteinverbindungen, in kaustischen viel schneller als in kohlensauren, im kaustischen Natron noch vollkommener als in Kali; das frisch gefällte Eiweiß ist im Ganzen etwas leichter löslich als der frische Faserstoff. Im kaustischen Kali löst sich aber letzterer schneller auf als ersteres; im Ammoniak ist dies eben so der Fall nach Hünefeld. Im gereinigten Zustande fand ich beide in letzterm sehr schwer löslich; selbst nach mehren Monaten hatte das Ammoniak nur wenig, vom Faserstoff jedoch mehr als vom Eiweiß aufgenommen. Die Lösung in Kali gerinnt nicht über dem Feuer, bildet nur an der Oberfläche eine Haut. Auf dem Punkte der Sättigung mit Chlorwasserstoffsäure präcipitirt nach Thénard Faserstoff, das Eiweiß aber erst bei Ueberschuß von Säure. Dieser Unterschied zwischen beiden Stoffen wird gewöhnlich als ein charakteristischer angesehen. Allerdings ist er begründet, wenn man dieselben im ungereinigten Zustande aufgelöst hat, aber nicht, wie Hünefeld gezeigt, wenn man dieselben zuvor von allen Salzen und Fett befreit hat. Derselbe Chemiker hat ferner dargethan, daß gegen andere Reagentien, wie z. B. gegen schweflige Säure und Milchsäure, beide kalinische Auflösungen sich ganz gleich verhalten.

3) Daß man durch alkalinische Salze Faserstoff und Eiweiß auflösen kann, ist eine Entdeckung der neueren Zeit. Vom Salmiak fand dies zuerst Fr. Arnold, vom Natron und anderen Salzen, besonders vom Chlorbarium und schwefelsauren Natron Denis. Nach Hünefeld gelingt es ebenfalls leicht mit milchsaurem und phosphorsaurem Ammoniak. Auch durch Kochsalz ist nach Rainy das Eiweiß löslich. Die Löslichkeit durch Salmiak und durch Salpeter ist vielfach bestritten, Ersteres namentlich von R. Wagner und Letzteres von Magendie und Simon. Berzelius bestätigt indeß Letzteres. Magendie erzählt von Denis, daß derselbe, als er von ihm

aufgefordert war, in seinen Vorträgen über das Blut diesen Versuch anzustellen, die Auflösung nicht zu Stande brachte. Ich habe ebenfalls über die Auflösbarkeit des Faserstoffs durch Salze viel experimentirt, und bald gelang der Versuch, bald nicht. Es mußte also von besonderen Verhältnissen abhängen, unter denen der Versuch vorgenommen wurde. Dumas hat dieselben erforscht, und Denis selbst hat sich über diese gegen Herrn Professor Liebig, dem ebenfalls anfangs die Auflösung in Salpeter nicht glücken wollte, brieflich geäußert. Liebig und Scherer fanden diese Mittheilungen bestätigt, und auch mir ist bei Beachtung der von Denis angegebenen Regeln nie mehr die Auflösung mißglückt.

Von den früher von mir angestellten Versuchen will ich hier nur einen erzählen. Durch Rühren des Bluts erhaltener Faserstoff von einem Schwein ward ausgewaschen und zwischen wiederholt erwärmten Lagen Löschpapier unter der Presse so weit getrocknet, daß er das Papier nicht mehr feuchtete, und darauf schnell in mehre Theile von 20 Gr. Gewicht getheilt, von denen ich jeden in eine Unze Wasser legte. In jeder Unze waren 30 Gr. Salz, in jeder ein anderes aufgelöst; außerdem hatte ich noch in einer 3 Gran kaustisches Kali, in einer andern 3 Tropfen Salzsäure gelöst und mit der letzten eine aus Kalbsmagen bereitete künstliche Verdauungsflüssigkeit vermischt. Zwei Tage ließ ich die Gefäße an der Luft bei 12° — 16° R. stehen, dann setzte ich dieselben eben so lange in eine Wärme von 30° R. Die Salzlösungen hatten anfangs gar nicht auf den Faserstoff eingewirkt, wohl aber die Säure und das Kali; am stärksten der Magensaft. Der Faserstoff war in denselben ohne Einwirkung der Wärme nach 48 Stunden fast ganz zerflossen, sah aus wie geronnener Käsestoff, fing aber an zu riechen. Am Ende des vierten Tages gaben auch die Lösungen des Nitrums und Glaubersalzes einen etwas fauligen Geruch, eben so die Mischung mit Salzsäure, in welcher der vorher ganz aufgequollene Faserstoff sich ganz zusammengezogen fand. Alle Lösungen wurden nun filtrirt, der auf dem Filtrum zurückbleibende Faserstoff daselbst ausgewaschen und in dem vorher schon gewogenen Papiere getrocknet. Mehre Portionen frischer Faserstoff von 20 Gr. Gewicht waren unverändert getrocknet worden, so daß mit diesen das Residuum aus den Salzlösungen verglichen werden konnte. Es ergab sich, daß aufgelöst waren folgende Procente Faserstoff durch die daneben stehenden Salze:

	phosphorsaures Natron . .	12,3
	chlorsaures Kali	12,4
*	schwefelsaures Natron . . .	15,0
*	salpetersaures Kali	22,2
	kohlensaures Natron . . .	24,4
	doppeltkohlensaures Natron .	28,9
	kohlensaures Ammoniak . .	30,2
*	Chlorwasserstoffsäure . . .	38,2
	Chlorammonium	39,3
	Chlornatrium	54,8
*	Verdauungsflüssigkeit . . .	59,7
	kaustisches Kali	83,5.

Dabei darf aber nicht vergessen werden, daß die mit * bezeichneten Lösungen schon in faulige Zersetzung übergingen. — Daß ich in anderen Versuchen abweichende Resultate erhielt, hing theils davon ab, daß ich anders beschaffenen Faserstoff nahm, theils daß die Lösungen weniger oder mehr ge-

sättigt waren. In ganz concentrirter Lösung greift der Salpeter den Faserstoff weit mehr an als das Glaubersalz; jener löst'e z. B. binnen elf Tagen von Kalbsfaserstoff 85,5%, dies nur 35,8%. Auch zeigte sich eine concentrirte Lösung des kohlensauren Natrons kräftiger als die des doppeltkohlensauren. — Die Auflösung durch Salze erfordert meist Zeit und erhöhte Wärme; doch ist sie mir durch Salpeter einigemal in kurzer Zeit ohne Erhöhung der Temperatur gelungen, falls der Faserstoff bloß aus dem Venenblute genommen und noch ganz frisch, noch nicht ausgewaschen war. Daß nur der venöse, nicht der arterielle im Nitrum löslich sei, giebt Denis namentlich an; eben so, daß er nicht durch Schlagen des Bluts, sondern durch Auswaschen des Blutkuchens gewonnen sein müsse und nicht lange an der Luft gelegen haben dürfe. Ich habe aber auch jenen, wenn er nur frisch war, leicht löslich gefunden. Der gekochte und der in Weingeist eine Zeitlang digerirte löst sich nach Scherer nicht mehr im Salpeter auf, auch nicht der aus der Faserhaut des entzündlichen Bluts. Uebrigens behält der venöse auch noch nach dem Trocknen seine Löslichkeit. Ich fand, daß außer dem Faserstoff der Menschen, den Denis benutzte, der der Fleischfresser sich viel besser dazu eignet als der der Pflanzenfresser; der von Hunden ist z. B. sehr leicht löslich; der von Kälbern schließt sich an diesen an. Am besten gelingt die Lösung, wenn man zum Salpeter noch etwa $^1/_{150}$ des Gewichts freies Kali zusetzt. Die Lösung braucht übrigens nicht saturirt zu sein. Auch Eiweiß, selbst das durch Hitze geronnene, löst'e sich in meinen Versuchen ebenfalls durch Nitrum auf, keineswegs aber so gut als frischer Faserstoff. Viel löslicher als jenes war das ausgewässerte ungeronnene Eiweiß. — Die Lösung des Faserstoffs in Salzen, namentlich im Nitrum, hat sehr viel Aehnlichkeit mit dem Blutwasser. Es ist eine fast farblose klebrige Flüssigkeit, die über dem Feuer (bei 79°) und durch Alkohol und Metallsalze und starke Säuren und viel kaustisches Alkali gerinnt, und aus welcher nach meinen Versuchen schon durch Zusatz von sehr wenig Essigsäure, aber nicht durch Kohlensäure, der Faserstoff in der Form von Eiweiß niedergeschlagen werden kann. Auch bei Verdünnung mit Wasser bildet sich etwas Präcipitat, falls die Auflösung nicht einen kleinen Zusatz von Alkali enthält. Von dem Niederschlag durch kochenden Alkohol hat Scherer zwei Elementaranalysen gemacht, denen zufolge derselbe sich wie Faserstoff und nicht wie Eiweiß verhält. Die Lösung des Eiweißes fand ich von der des Faserstoffs bei Anwendung der Reagentien nicht verschieden; doch ist mir hier noch Manches zu prüfen übrig geblieben.

4) Durch lange (40 Stunden) fortgesetztes Kochen löst sich nach Mulder von dem Albumin mehr auf als von dem Fibrin, von jenem 36,92%, von diesem 20,67%. — Das Gelöst'e verhält sich bei beiden gleich, weder wie Leim, noch wie Gallerte; der Rest ist schwerer löslich in Säuren und Alkalien als vor dem Kochen. Nach Berzelius hat das gekochte Fibrin die Eigenschaft, durch Essigsäure und Ammoniak aufzuquellen, gänzlich verloren.

Eine sehr schöne Entdeckung von Berzelius ist die, daß frischer ausgewaschener Faserstoff das Wasserstoffsuperoxyd leicht zersetzt, während das geronnene Eiweiß diese Eigenschaft nicht besitzt. Dieser Unterschied ist constant. Auch Hünefeld fand ihn bestätigt. Der aus alkalischer Lösung gefällte hat nach Letzterem diese Eigenschaft verloren. Dies ist aber auch kein Faserstoff mehr. Wichtig ist die Beobachtung von Scherer, daß durch das Kochen des Faserstoffs oder durch Digeriren mit Weingeist der Unterschied zwischen diesem und dem Eiweiß aufgehoben wird. Es thut jetzt zu

untersuchen Noth, ob das ungeronnene nach Ausziehung der Salze unlöslich gewordene Eiweiß sich nicht etwa wie Faserstoff verhält, was höchst wahrscheinlich ist. — Auch noch eine zweite katalytische Kraft kommt dem Faserstoff zu. Es ist zwar längst bekannt, daß alle thierische Gebilde bei der Berührung mit Sauerstoff diesen in Kohlensäure umwandeln, daß aber der Faserstoff dies in einem auffallend hohen Grade vermag, ist von Denis gezeigt worden. Scherer fand, daß der einige Minuten lang gekochte Faserstoff nicht mehr diese Umsetzung erleidet. In meinen Versuchen bildete 1 Gran Faserstoff von Schafblut binnen 48 Stunden bei 14—15° R. Wärme im Durchschnitt etwas über 0,03 C″ Kohlensäure. Daß frisches Serum nicht den Sauerstoff umwandelt, ist schon eine ältere Beobachtung; interessant ist also die Beobachtung von Scherer, daß nicht gekochtes, festes, ausgewässertes Eiweiß hierin keinen Unterschied vom Faserstoff zeigt. Es blieb nun zu untersuchen übrig, welcher von beiden Stoffen eine stärkere Umsetzung erfährt. Der Faserstoff gab mir verhältnißmäßig die doppelte Menge Kohlensäure als das Eiweiß.

Von der mikroskopischen Verschiedenheit des Faserstoffs und des Eiweißes ist schon früher die Rede gewesen. Das Eiweiß zeigt keine Schollen wie der Faserstoff. Wenn im Hühnereiweiß, und selbst in dem mehrmals filtrirten, sich Schollen vorfinden, so kann dies als keine Ausnahme angesehen werden, da kein Grund vorhanden ist anzunehmen, das dasselbe nicht auch neben den häutigen Theilen geronnenen Faserstoff enthalten könne. Je mehr der Faserstoff mit der Luft in Berührung gekommen, je mehr er zusammengezogen ist, was durch Kochen, Behandlung mit Weingeist und Aether geschieht, desto deutlicher erkennt man in ihm nach seiner Zertheilung und besonders bei Anwendung der Essigsäure die kleinen Plättchen. — Da, wo er auf künstliche Weise aus einer Auflösung, z. B. aus der im Salpeter, niedergeschlagen wird, nimmt er diese charakteristische Form nicht an.

Nach Angabe aller bis jetzt aufgefundenen Unterschiede zwischen geronnenem Faserstoff und Eiweiß fragt es sich nun, ob es einen wesentlichen gebe, und welcher Schluß sich aus demselben auf die verschiedene Natur der beiden Stoffe ziehen lasse. Ich habe schon vorher bemerkt, daß man zwischen dem frischen und dem gereinigten Faserstoff unterscheiden müsse. Beide verhalten sich verschieden gegen Sauerstoff und Wasserstoffsuperoxyd; beide zeigen nicht gleichen Grad der Löslichkeit. Auch in mikroskopischer Hinsicht sind sie nicht gleich. Offenbar ist der frische Faserstoff noch nicht vollständig geronnen, hat noch nicht den höchsten Grad der Verdichtung erreicht, den er erst durch den Einfluß des Sauerstoffs, durch die Siedhitze und durch Alkohol und Aether erhält. Der arterielle Faserstoff ist vielleicht schon stärker geronnen, weil er sich durch Salpeter schwerer auflös't; indessen da auch der venöse im gereinigten und getrockneten Zustande noch löslich ist, so können andere Beimischungen, vielleicht das Fett, an der geringern Löslichkeit des arteriellen Faserstoffs Schuld sein. Auch zwischen dem ohne Kochen fest gewordenen und dem gekochten Eiweiß existirt ein Unterschied, besonders in Beziehung auf das Verhalten zum Wasserstoffsuperoxyd. Natürlich kann hier die Differenz nicht so groß sein als bei dem Faserstoff, weil das bei gelinder Wärme eingedampfte unlöslich gewordene Eiweiß bei dem Auswaschen viel mit der Luft in Berührung gekommen ist. — Die zwischen dem Faserstoff und dem Eiweiß bestehenden Unterschiede in der Löslichkeit sind alle nur graduell und hängen wahrscheinlich größtentheils von dem Einflusse fremdartiger Stoffe, namentlich der Salze und der Fette ab; die Unter-

ſchiede in der Umſetzung der Elemente ſind lediglich durch die verſchiedene Darſtellungsweiſe der beiden Stoffe bedingt, alſo nicht weſentlich und größtentheils auch nur graduell; weſentlich iſt aber die, freilich geringe, Differenz in der chemiſchen Zuſammenſetzung beider Stoffe. Wofern nicht durch Kali oder Säure das Protein dieſer Stoffe aus der frühern Verbindung getrennt wird und eine neue eingeht, bleibt der Faſerſtoff in ſeinen Elementartheilen verſchieden von dem Eiweiß und iſt es ſelbſt noch, wenn er aus der Salpeterlöſung niedergeſchlagen worden. — In ihren Verbindungen mit anderen Stoffen, z. B. Säuren, Alkalien, Chlor, verhalten ſich beide Stoffe ganz gleich. Weniger charakteriſtiſch iſt der mikroſkopiſche Unterſchied, darin nämlich von dem chemiſchen abweichend, daß bloß der ſpontan geronnene Faſerſtoff die Schollenform, und dies nicht immer in gleicher Vollkommenheit, zeigt. — Sehen wir nun zu, welchem Stoffe des thieriſchen Organismus der Faſerſtoff darin, daß er 1) mehr Sauerſtoff und weniger Kohlenſtoff als das Eiweiß enthält, ſo wie, daß er 2) weniger Aſche liefert, ſich nähert, ſo werden wir keinen andern als den Hornſtoff finden. Glücklicherweiſe haben wir ſo eben unter Liebig's Aufſicht angeſtellte, ſehr verdienſtvolle Unterſuchungen über die Zuſammenſetzung der leimgebenden, chondrinhaltigen Gewebe und Horngebilde von Scherer erhalten. Sie zeigen, daß alle dieſe thieriſchen Subſtanzen Modificationen des Proteins ſind, und daß keins der genannten Gebilde dem Faſerſtoff ſo nahe ſteht als das hornſtoffige. Nur die mittlere Haut der Arterien hat eine noch ähnlichere Zuſammenſetzung; die übrigen geben verhältnißmäßig noch weniger Kohlenſtoff und mehr Sauerſtoff. Bloß im Gehalt an Stickſtoff und Waſſerſtoff haben die chondringebenden Gebilde etwas mehr Aehnlichkeit als die leimgebenden und aus Hornſtoff beſtehenden mit dem Faſerſtoff. Auch mikroſkopiſch erinnern die Faſerſtoffſchollen an die Hornblättchen, beſonders an die der Epidermis, mit denen ſie früher oft genug verwechſelt worden ſind, was ſehr leicht möglich iſt, da ſie in dieſe allmälig übergehen können. Wenn man nämlich die Vernarbung eines Hautgeſchwürs mikroſkopiſch ſtudirt, ſo wird man ſich überzeugen, daß, obgleich normalerweiſe die Epidermisblättchen durch Umwandlung von aufgereihten kugeligen Zellen ſich entwickeln, eine unvollkommene Art derſelben ſich bei der Vernarbung auch durch Eintrocknung der Faſerſtoffſchollen bilden kann. Ueberall, wo eine neue Hautdecke ſich bildet, ſei es auf der Lederhaut oder in tiefen Kanälen, fehlen die Faſerſtoffſchollen nicht. Sie ſind überall, auch die im Blute bei der Gerinnung gebildeten, ſchwer löslich in Eſſigſäure, Salzen, Ammoniak, ſchwieriger als der formlos geronnene Faſerſtoff, und zeigen auch hierin ihre Verwandtſchaft mit dem Hornſtoff. Ich rede hier immer nur von einer Annäherung des Faſerſtoffs zu dem Hornſtoff, nicht von Gleichheit; denn dieſer iſt ein wenig zerſetzbares, ſchwer faulendes Gebilde, jener aber iſt, wenn er friſch iſt, in einer fortwährenden Umſetzung ſeiner Elemente begriffen, die er wie jeder Körper dieſer Art anderen zuſammengeſetzten, leicht zerſetzbaren Stoffen, wie namentlich dem Waſſerſtoffſuperoxyd, mittheilen kann. Auch das von den Salzen getrennte, eingekochte Eiweiß theilt dieſe Eigenſchaft, iſt derſelben jedoch in einem geringern Grade als der Faſerſtoff theilhaftig. Die ſpontane Gerinnung des letztern läßt ſich vielleicht auf den Anfang dieſer Veränderung zurückführen. Der Sauerſtoff befördert die Umwandlung bis auf einen gewiſſen Punkt, macht ihn aber zugleich feſter, unlöslicher, dem Hornſtoff ähnlicher. Noch mehr modificirt die Siedehitze und der Alkohol ſeine Natur. Der hart gewordene Stoff, der aus deutlicheren Schollen als jener

besteht, ist viel weniger zersetzbar, bildet aus dem Sauerstoff keine Kohlensäure und zersetzt nicht mehr das Wasserstoffsuperoxyd; er ist also dem Hornstoff ähnlicher geworden.

Kehren wir jetzt zur Frage zurück, in welchem Zustande beide Stoffe im Blute aufgelöst sind, so ist zunächst es keinem Zweifel unterworfen, daß beide wirklich in Auflösung sich darin befinden, obgleich dies noch ganz neuerdings wieder Letellier vom Eiweiß und Addison vom Faserstoff läugneten, indem sie, als bei der mikroskopischen Untersuchung die farblosen Kügelchen des Bluts ihnen aufgefallen waren, nun weiter keine aufgelöst'ten Stoffe anzunehmen für nöthig erachteten.

Zustand des Eiweißes im Blute.

Was nun erstens das Eiweiß anbetrifft, so ist erweislich, daß das des Serums in dem Zustande der vollständigsten Lösung vorhanden sei. Dies ist nicht eben so in allen anderen, namentlich nicht in pathologischen Flüssigkeiten der Fall. Oft treffen wir eine hydropische Ansammlung, namentlich im Eierstocke, oder einen eiweißhaltigen Urin an, beide von ganz klebriger und dickflüssiger Beschaffenheit; diese wird aber nicht dadurch bedingt, daß das Eiweiß zum Theil geronnen ist, oder daß das Wasser hier stärker als im dünnen Serum mit Eiweiß saturirt ist. Ich habe mich oft darüber gewundert, daß eine solche ganz dickliche durchsichtige Flüssigkeit nicht mehr als 2 — 3% Eiweiß enthielt, somit viel weniger als das Blutwasser. Es mußte daher in derselben das Eiweiß nicht in dem vollkommensten Grade der Lösung vorhanden gewesen sein, gerade so wie eine Lösung des Eiweißes durch Kali anfangs so dicklich ist, daß man es für unmöglich hält, daß dieselbe später nach und nach ohne Zusatz von Wasser noch ganz dünnflüssig werde. Vergleichen wir das Serum von den einzelnen Thieren, so finden wir auch bei diesen Unterschiede der Klebrigkeit, die sich nicht auf den geringern oder größern Gehalt an Eiweiß zurückführen lassen. Namentlich ist dies der Fall bei dem Pferdeblute. — Nach der ältern und zum Theil noch jetzt gewöhnlichen Ansicht (Thomson, Mulder, Denis, Letellier u. A.) verdankt das Eiweiß des Bluts der Verbindung mit dem Natron (und Kali) seine Löslichkeit, aus der es durch Alkohol, Hitze und Metallsalze getrennt wird. Den Beweis für diese Ansicht nimmt man aus der leichten Löslichkeit des Eiweißes und Faserstoffs in Alkalien. Schon Berzelius giebt allerdings an, daß es nur wenig Alkali bedürfe, um den Faserstoff zu lösen, und nach Letellier bildet dieser Stoff zu 6 Theilen mit 7 Theilen kohlensaurem Natron auf 155 Theile Wasser durch Kochen eine dem Serum ganz gleiche Flüssigkeit. Diese Aehnlichkeit ist aber nur eine äußere; chemisch verhalten sich Blutwasser und eine wässrige Lösung von Faserstoff oder Eiweiß durch Natron oder Kali verschieden. Erstens gerinnt jenes über dem Feuer, diese nicht; zweitens wird diese bei der Neutralisation durch Essigsäure und Milchsäure, so wie durch schwefelige Säure vollständig gefällt, jenes aber nur wenig getrübt. Die Trübung ist am stärksten nach Verdünnung mit Wasser. Der erstere Unterschied ist freilich nicht entscheidend, da der jedesmal vorhandene Ueberschuß an Alkali das Gerinnen über dem Feuer verhüten könnte; die Präcipitation durch Säuren, die nachher den Niederschlag wieder auflösen, wird aber als ein wesentliches Kennzeichen der Verbindung des Proteins mit Alkali angesehen. Da aber auch im Serum durch Essigsäure eine Trübung entsteht, so könnte dies daher kommen, daß wenigstens ein Theil des Eiweißes mit Alkali verbunden wäre. Indessen scheint mir dieser

Beweisgrund nicht hinreichend, da auch in den Lösungen des reinen Eiweißes durch Salze und selbst nach starker Verdünnung mit Wasser die Essigsäure einen Niederschlag hervorbringt. Kräftiger ist der Beweisgrund, daß durch das Kochen des Serums nicht alles Eiweiß aus dem jetzt stärker als zuvor alkalisch reagirenden Serum niederschlagen wird. Durch längere Zeit nach Abscheidung des Eiweißes fortgesetztes Kochen der Flüssigkeit bildet sich an der Oberfläche derselben ein Häutchen; nur durch Saturation mit Essigsäure kann man das noch übrige Eiweiß niederschlagen. Auch Berzelius nimmt an, daß dies mit Alkali verbunden gewesen ist. Die Quantität des Alkalialbuminats im Serum scheint nicht überall gleich groß zu sein, weder unter den verschiedenen Thierarten, noch bei den einzelnen Individuen derselben Art, wie z. B. bei den verschiedenen Menschen. Bald wird durch Essigsäure viel, bald wenig niedergeschlagen, bald enthält das gekochte Blutwasser noch viel, bald nur wenig Eiweiß in Auflösung. Zuweilen gerann in meinen Versuchen das Blutwasser nach Zusatz von Essigsäure bei 30° R. zu einer ganz festen Gallerte, so daß dies mich auf den Gedanken brachte, es sei vielleicht das Eiweiß hier dem Globulin ähnlich. — Es fragt sich nun: mit welcher Form des Alkalis ist das Eiweiß im Serum verbunden? mit dem kaustischen, kohlensauren oder doppeltkohlensauren? Die Mehrzahl der Chemiker stimmt für das Erstere. So Denis, so Hünefeld, der überhaupt die Existenz des kohlensauren Alkalis im Blute läugnet. Man könnte zu Gunsten dieser Ansicht geltend machen, daß die Kohlensäure das Eiweiß etwas trübt, daß nach Bird sich Kohlensäure beim Kochen des geronnenen Eiweißes mit kohlensaurem Natron bilden soll. Doch sind diese Gründe nur wenig beweisend. Nach J. F. Simon ist das Natron, welches mit dem Eiweiß verbunden ist, ein kohlensaures; doch fehlt auch dafür ein hinreichender Beweis. Daß kohlensaures Alkali im Blute ist, läßt sich wohl darthun, aber nicht, daß dies mit dem Eiweiß eine Verbindung eingegangen. Wichtiger scheint zu sein, daß die Auflösbarkeit des trockenen geronnenen Faserstoffs, so wie des geronnenen Eiweißes am größten ist im kaustischen Kali und Natron, weit größer als im kohlensauren. Das doppeltkohlensaure steht dem kohlensauren fast ganz gleich und löst keineswegs, wie Bird behauptet, den Faserstoff leichter als dieses auf. — Auch durch kaustischen Kalk läßt sich geronnenes Eiweiß auflösen; und da Kalk im Blute vorhanden ist, überall im geronnenen Eiweiß gefunden wird, so mag ein kleiner Theil des Eiweißes mit diesem zu einem löslichen Albuminat verbunden sein. — Nachdem die Auflösbarkeit des Faserstoffs und Eiweißes in Salzen bekannt geworden, mußte auch die Vermuthung entstehen, daß das Eiweiß im Serum zum Theil als ein Salzalbuminat vorkomme. Die Aehnlichkeit zwischen einer eiweißhaltigen Salzlösung und dem Blutwasser ist viel größer als zwischen diesem und dem gelöst'ten Alkalialbuminat. Jene Lösung gerinnt nämlich über dem Feuer, wird zum Theil gefällt durch Wasser und ebenfalls, doch auch nur zum Theil, schon durch sehr wenig Säure (Essigsäure), indem sich etwas essigsaures Albuminat bildet, das in salzhaltigen Flüssigkeiten nicht löslich ist. Durch Kohlensäure entsteht in ihr keine Trübung. Der durch kochenden Alkohol aus der Salzlösung gefällte Faserstoff hat eben so wie das auf gleiche Weise behandelte Eiweiß seine chemische Eigenthümlichkeit behalten, ist nicht wie der aus der Alkalilösung präcipitirte in eine andere Proteinverbindung umgewandelt. — Gegen diese hauptsächlich von Denis und Dumas vertheidigte Ansicht hat sich Simon erklärt. Er stellte reines, nicht salzhaltiges Eiweiß dadurch dar, daß er das Eiweiß mit Bleiessig fällte,

mwusch und aus der Verbindung mit Blei durch Schwefelwasserstoffgas befreite. Das Eiweiß ward bei gelindem Erwärmen aufgelöst, filtrirt und eingedampft. Die Asche lieferte keine löslichen Salze. Das gelöste Eiweiß war keineswegs durch Essigsäure gelöst, weil Kali keinen Niederschlag bildete. Weßhalb sich aber die bei der Bildung des Schwefelbleis aus dem essigsauren Blei frei werdende Essigsäure nicht mit dem Eiweiß, zu dem sie eine große Verwandschaft hat, verbunden haben soll, ist nicht recht einzusehen. Berzelius giebt zwar auch an, daß reines ungeronnenes Albumin in Wasser allmälig sich wieder löse; allein schon Denis macht darauf aufmerksam, daß durch das Eintrocknen ein Theil des Eiweißes seine Löslichkeit verliere. Scherer pulverte das getrocknete nicht coagulirte Eiweiß und zog allmälig die Salze durch Wasser aus, so daß die Asche des auf dem Filtrum zurückbleibenden, ganz unlöslich gewordenen Eiweißes gar keine alkalische Salze enthielt. Dies scheint gegen die Annahme Simon's zu sprechen, daß das flüssige Eiweiß bloß eine andere Form des geronnenen sei und chemisch diesem ganz gleich komme. Ein Hydrat sei jenes nicht, fügt er hinzu, indem die Rückstände gleicher Mengen, wovon die eine coagulirt, die andere bei 40° C. getrocknet ist, keinen Gewichtsunterschied darbieten. Ich bin zwa nicht der Meinung, daß alles Eiweiß des Blutwassers ohne Verbindung mit Alkali und Salzen aufgelöst sei, allein ich sehe keinen Grund ein, die Möglichkeit, daß ein Theil in diesem Zustande sich befinde, zu läugnen. Daß das reine uncoagulirte Eiweiß in Wasser zum Theil wenigstens löslich sei, ist Scherer's interessanten Versuchs ungeachtet nicht zu läugnen. Hätte Scherer das Fett aus dem gepulverten Eiweiß vorher ausgezogen, so würde er das Eiweiß löslicher gefunden haben. Außerdem ist die Löslichkeit in kaltem Wasser geringer als in warmem, und durch die Aussetzung des nassen Eiweißes an die atmosphärische Luft, wie dies in Scherer's Versuchen geschah, wird es wahrscheinlich noch unauflöslicher. Vor Allem kommt es aber bei diesen Versuchen darauf an, daß die Hitze beim Eintrocknen 30° R. nicht viel übersteige. — Daß die Menge des reinen Eiweißes im Serum groß sei, glaube ich allerdings nicht. Wenn man eine verdünnte Kalilösung (1 auf 200 Theile) mit Blutwasser mischt, so müßte das freie Eiweiß sich allmälig mit dem Alkali verbinden, und erstens deßhalb die alkalische Reaction sich etwas mindern, und zweitens nach der Saturation des Alkalis durch Essigsäure sich mehr Bodensatz als in einem eben so, aber ohne Zusatz von Alkali verdünnten Serum bilden. Der Unterschied, welcher sich zeigt, ist jedoch unbeträchtlich.

Somit wäre also das Blutwasser eine Auflösung des Eiweißes, worin dasselbe in verschiedenen Verbindungen sich befindet.

Zustand des Faserstoffs im Blute.

Schwieriger als bei dem Eiweiß ist es bei dem Faserstoff zu entscheiden, in welchem Zustande derselbe sich im Blute befindet. Die Möglichkeit, die noch unbeantwortete Frage über die Ursache der Gerinnung zu lösen, würde nach Lösung jener uns um ein Beträchtliches näher gerückt. Deßhalb haben wir auch vorher die Beurtheilung der Ansichten über die eigentliche Ursache der Gerinnung bis auf diesen Ort aufgeschoben. — Der Faserstoff, so lautet die jetzt in Frankreich geltende Meinung von der Gerinnung, ist ein Theil des im Blute durch kaustisches Alkali aufgelöst'ten Eiweißes, der dadurch zu Boden fällt, daß das Alkali durch eine Säure (Kohlensäure) gesättigt wird. Auch Denis theilt diese Ansicht, nur mit dem Unterschied, daß er außer durch Alkali auch

zugleich durch die Salze das Eiweiß als gelöſ't betrachtet. Wo dieſe in zu großer Menge vorhanden, verliert nach ihm das Blut ſeine Gerinnbarkeit. Er gründet auf dieſe Urſache die Pathogenie und Therapie vieler Krankheiten. Allerdings läßt ſich Manches für dieſe Anſicht ſagen. Die ſchwächſten Säuren bewirken einen ſchwer löslichen Niederſchlag in der Löſung des Faſerſtoffs und Eiweißes durch Salz und Alkali, und ſo wie das Salzalbuminat durch Verdünnung mit Waſſer gefällt wird, ſo ſcheidet ſich auch der Faſerſtoff aus dem durch Zuſatz von Neutralſalz ungerinnbar gewordenen Blute aus. Allein auf keine Weiſe läßt ſich aus einer Eiweißlöſung ein Stoff niederſchlagen, der die äußeren und chemiſchen Eigenſchaften des Faſerſtoffs beſitzt. Die Gerinnung des Eiweißes hat keine Aehnlichkeit mit der des Faſerſtoffs. Durch Alkali kann man zwar die Gerinnung des Bluts aufheben und das Eiweiß in kochendem Waſſer löslich machen, allein nach Sättigung des Alkalis durch Säure gerinnt ſelbſt nach mehren Tagen der Faſerſtoff, falls nicht das Alkali durch zu concentrirte Beimiſchung den Faſerſtoff zerſetzt hat, noch auf die gewöhnliche Weiſe als Faſerſtoff und nicht als Eiweiß. Eben ſo zeigt ſich der aus einer künſtlichen Löſung in Salzen wieder gewonnene Faſerſtoff in ſeiner elementären Zuſammenſetzung verſchieden vom Eiweiß. Wäre der Faſerſtoff nur eine bei der Gerinnung ſich bildende Modification des Eiweißes und als ſolcher nicht ſchon früher vorhanden, ſo müßte es gelingen, durch verſchiedene Zuſätze zum Blute ihn bald in größerer, bald in geringerer Menge zu gewinnen. Dies iſt aber nicht der Fall. Ich habe, um mich hiervon zu vergewiſſern, eine große Reihe von ſehr zeitraubenden Verſuchen mit Kalbsblut angeſtellt. Ich vermiſchte und ſchüttelte friſches Blut, ſo wie es aus der Ader lief, (jedesmal 1000 Gr.) mit verſchiedenen Portionen Waſſer, das mit Alkalien, Salzen oder Säuren in verſchiedener Menge, doch immer nur ſchwach, verſetzt war. Die Löſungen übertrafen an Menge in einigen Verſuchen das Blut um das Achtfache, in anderen um das Vierfache und in noch anderen nur um das Doppelte. In einem Gefäße befand ſich außerdem reines Waſſer ohne Zuſatz. Die Reſultate in Beziehung auf die nach dem Auswaſchen erhaltene Faſerſtoffmenge waren folgende: 1) Eſſigſäure ½ — 4 Tropfen: der Unterſchied vom Normal unbeträchtlich; das eine Mal bei 1 Tropfen Zunahme des Faſerſtoffs, das andere Mal eine Abnahme. — Bei 6 Tropfen und 9000 Gr. Waſſer gerann die eine Hälfte des Faſerſtoffs feſt, die andere nur wie Eiweiß; bei größerer Menge bildete ſich erſt nach Zuſatz von Alkali ein Niederſchlag. 2) Chlorwaſſerſtoffſäure ½ — 2 Tropfen: faſt ganz die normale Menge Faſerſtoff. Bei mehr Säure ward der Faſerſtoff nicht mehr feſt. 3) Kauſtiſches Ammoniak zu 1 — 4 Tropfen: eher Verminderung als Vermehrung (wenigſtens bei 3 und 4 Tropfen). 4) Kohlenſaures Natron: bei 7 Gr. etwas Abnahme, bei 14 Gran und darüber Aufhebung der Gerinnung. Durch Zuſatz von etwas Eſſigſäure erhielt ich darauf eine größere Menge als normal, eben ſo, wo in demſelben Verhältniß kauſtiſches Natron angewandt war. Bei doppeltkohlenſaurem Natron (14 Gr.) gerann der Faſerſtoff ganz normal, aber in etwas verminderter Quantität. 5) Kochſalz 15 — 30 Gr.: weniger Faſerſtoff. Bei 80 Gr. in einem Falle etwas mehr, als wo kein Zuſatz zum Waſſer. 6) Aether ſtatt Waſſer mit dem Blute gemiſcht: beträchtliche Zunahme des Faſerſtoffs. — Aus dieſen Verſuchen geht deutlich hervor, daß die Menge des Faſerſtoffs von der Menge des Fällungsmittels nicht abhängig iſt, ſonſt müßten vor Allem die kleinen Zuſätze von Eſſigſäure, die den Faſerſtoff ſelbſt nicht zerſetzen können, durch Sättigung des Alkalis

in Menge des gerinnenden Stoffs vermehren. Die in obigen Versuchen vorkommenden Ausnahmen sind davon abhängig, daß der geronnene Faserstoff entweder zu gleicher Zeit präcipitirtes Eiweiß mit einschloß, von dem es nur durch stärkeres Auswaschen hätte befreit werden können, oder daß Blutkörperchen an ihm haften blieben. Ersteres war der Fall bei der Sättigung des durch Essigsäure oder Natron ungerinnbar gewordenen Bluts, Letzteres bei dem Kochsalz (80 Gr.) und dem Aether; durch diesen waren die Blutkörperchen zersetzt; der Faserstoff schloß die Rudimente derselben, Kerne und Hüllen, in größter Menge ein.

Durch diese Behauptung, daß der Faserstoff im Blute als solcher präformirt, fertig gebildet sei und nicht erst bei der Gerinnung entstehe, gerathen wir mit einem geistreichen Physiologen in Widerspruch. Nach Schultz ist der flüssige Faserstoff nicht als solcher, sondern als ein vom Eiweiß chemisch ungetrennter und dabei allein durch die Lebenskraft, nicht durch chemische Ursachen flüssig erhaltener Theil des Plasma im Körper vorhanden, und es hängt von der Art und Weise der Gerinnung ab, ob viel oder wenig Faserstoff sich ausscheidet. Wir finden bei ihm folgende Thatsachen erzählt, die seiner Ansicht zur Stütze dienen könnten. Man erhält nach seinen Beobachtungen eine verschiedene Menge Faserstoff, je nachdem man 1) das Blut ruhig gerinnen läßt oder schlägt, 2) an der Luft gerinnen läßt oder in einem Darm auffängt und dadurch, nämlich durch Entziehung des Luftzutritts, längere Zeit flüssig erhält, und 3) die Gerinnung gleich vor sich gehen läßt, oder durch Salz aufschiebt und dann erst durch Zusatz von Wasser hervorruft. Mit Ausnahme des letzten Falls, wo offenbar noch ein Theil Faserstoff in der Verbindung mit den Salzen flüssig bleibt, und deßhalb nur die Hälfte der gewöhnlichen Menge Faserstoff von Schultz gewonnen ward, kann ich nicht umhin, jene immer unbeträchtlichen Differenzen in den Faserstoffmengen bloß von der verschiedenen Form, unter welcher derselbe gerinnt, abhängig zu erklären. Es ist oben dargethan worden, wie es verschiedene Stufen der Gerinnung des Faserstoffs gebe, indem derselbe bald fest, bald locker, bald in formloser Masse, bald in Schollen sich zeige, und wie in einem Blute der Faserstoff als Schollen in beträchtlicher Menge vertheilt sein könne, ohne aus demselben dargestellt werden zu können. Eben weil der Faserstoff seine volle Festigkeit nicht auf einmal erlangt, wie dies die allmälige Zusammenziehung des Blutkuchens darthut, ist es für die Gerinnung der größt möglichsten Menge auch nicht einerlei, ob der Kuchen sogleich nach seiner Bildung oder erst später ausgewaschen wird. Weil der Sauerstoff die Festigkeit des gerinnenden Faserstoffs bedingt, kann es also scheinen, als ob von dem Grade der Einwirkung vonjenem die Menge des letzteren abhänge. Warum hört aber bei dem Schlagen des Bluts die Gerinnung des Faserstoffs plötzlich auf, und warum ist alles später noch so lange fortgesetztes Schlagen nicht im Stande, auch nur die geringste Menge Faserstoff auszuscheiden, was doch der Fall sein müßte, wenn der Sauerstoff die Menge des sich jetzt erst bildenden Stoffs bestimmte?

Wenn nun auch angenommen werden muß, der Faserstoff sei nicht als Alkalialbuminat im Blute aufgelöst, sondern als ein schon fertiger Stoff in demselben vorhanden, so ist damit die Hypothese, daß er mit dem Alkali verbunden sei, durchaus nicht als unhaltbar bei Seite geschoben, vielmehr sprechen mehre Gründe für dieselbe. Jemehr das fixe Alkali in einem Blute vorwaltet, desto später erfolgt die Gerinnung, und wenn es dem frisch

gelaſſenen Blute in mäßiger Menge zugeſetzt wird, ſo hebt es die Gerinnung auf, ohne den Faſerſtoff zu zerſetzen, der noch durch Sättigung des Natrons wieder zum Gerinnen gebracht werden kann. Beſonders muß ich hier an das von mir in dem Thierreiche entdeckte Geſetz erinnern, daß Faſerſtoff und Alkali in einem graden Verhältniß zu einander ſtehen. Auch iſt es ſehr gewöhnlich, bei Menſchen, wo der Gehalt an Faſerſtoff vermehrt iſt, eben ſo den des Alkalis vermehrt zu finden. Ob dies aber als Regel gelten kann, weiß ich noch nicht. Zu beſtimmen, mit welchem Alkali und mit welcher Form deſſelben der Faſerſtoff eine Verbindung bilde, liegt außer dem Bereich der jetzigen Kenntniſſe. Wenn überhaupt dieſe Hypotheſe richtig iſt, ſo muß die Verbindung die eines niedern Grades ſein, eine ſolche, wie wir ſie aus dem geronnenen Faſerſtoff nicht darzuſtellen vermögen. Wir kennen nur ſolche, wo das Alkali im Ueberſchuß vorhanden, und aus welchen der Faſerſtoff nicht mehr in ſeiner urſprünglichen Zuſammenſetzung erhalten werden kann. Daß es aber noch andere Verbindungen geben muß, geht daraus hervor, daß der Faſerſtoff durch Zuſatz einer ganz unbeträchtlichen Menge Alkali im Nitrum löslicher wird und dann nicht mehr durch Waſſer fällbar iſt, und daß die Miſchung einer wäſſrigen Löſung von 15 Gr. Alkali mit 1000 Gr. Blut die Gerinnung des Faſerſtoffs aufhebt, ohne dabei jedoch denſelben zu zerſetzen, der nach Saturation des Alkalis noch auf normale Weiſe zu gerinnen vermag. Sollte vielleicht das Fett bei dieſer Verbindung des Faſerſtoffs mit dem Alkali eine Rolle ſpielen? Bei Menſchen iſt faſt immer die Steigerung des Gehalts an Faſerſtoff auch mit dem an Fett verbunden. Und Alles, was das Fett zum Gerinnen bringt oder auszieht, befördert auch die Gerinnung des Bluts. Deßhalb könnte der Aether, die Kälte, die Säuren die Gerinnung befördern, und die Alkalien, die dieſe zuſammengeſetzte Seife nicht zerſtören, dieſelbe hemmen.

Es iſt hier der Ort, die Wahrheit der Behauptung, daß die Kohlenſäure durch Sättigung des Alkalis den Faſerſtoff zum Gerinnen bringe, näher zu prüfen. Da die Kohlenſäure, wenn ſie mit friſchem Blut in Berührung tritt, die Gerinnung verlangſamt, da die doppeltkohlenſauren Alkalien die Feſtwerdung des Faſerſtoffs, wenn auch nicht ſo ſtark als die kauſtiſchen, doch immer höchſt auffallend verzögern, da das an Kohlenſäure reichere venöſe Blut ſpäter gerinnt als das arterielle, und überhaupt, je dunkler das Blut, deſto ſpäter, und umgekehrt, je heller das Blut, deſto früher dieſer Vorgang erfolgt, und da endlich die längere Einwirkung der Kohlenſäure den geronnenen Faſerſtoff nach meinen Verſuchen in Salzen und Alkalien löslicher macht: ſo entbehrt jene ſo oft wiederholte Anſicht jeder Baſis. Somit könnte alſo viel eher die dieſer gerade entgegenſtehende ältere Scudamore'ſche Anſicht, nach welcher das Entweichen der Kohlenſäure aus dem Blute die Urſache der Gerinnung iſt, als die richtige erſcheinen. Nach Scudamore ſcheidet das Blut bei der Gerinnung Kohlenſäure aus, und wenn auch dies, wie Hünefeld gezeigt hat (ſ. o. »Blutdunſt«), nur ſehr wenig ſein ſollte, ſo kann es um ſo weniger geläugnet werden, als aus dem Blute außerhalb des Körpers auch ſpäterhin fortwährend Kohlenſäure entweicht, und ein anderer Theil derſelben ſich mit den Blutkörperchen verbindet, weßhalb dieſe von ſelbſt, je länger ſie dem Einfluſſe der atmoſphäriſchen Luft entzogen ſind, deſto dunkeler werden. Weil indeſſen kauſtiſches Alkali, obgleich es die Kohlenſäure raſch auffaugt, doch ſelbſt in kleinen Mengen die Gerinnung aufhebt, darf das Entweichen der Kohlenſäure aus dem Blute nicht als die nächſte Urſache der Gerinnung gelten, ſondern

die Anwesenheit dieses Gases kann nur dadurch hemmend auf die Gerinnung wirken, daß durch sie der Einfluß des Sauerstoffs auf das Blut beschränkt wird. Denn daß der Sauerstoff den größten Einfluß auf die Gerinnung und auf die Erhärtung des geronnenen Faserstoffs ausübt, ist oben nachgewiesen worden. Ganz gut verträgt sich mit dieser Ansicht noch eine andere, daß nämlich die Gerinnung des Faserstoffs denjenigen Vorgängen zugezählt werden müsse, die man nach Berzelius' Ausdruck aus der Contactwirkung erklärt. Der Faserstoff ist derjenige Theil des im Blute vorhandenen Proteinds, dessen Elemente in einer beständigen Umsetzung begriffen sind. So lange der Faserstoff noch im Blute aufgelöst ist, kann diese Umsetzung nur schwach vor sich gehen; sie geht indessen schon hier vor sich, denn auch im lebenden Körper gerinnt schon bei der Bildung der Organe der Faserstoff in geringem Grade. Auf diese Umwandlung wirkt denn vor Allem der Sauerstoff ein, der dem Faserstoff einen Theil seines Kohlenstoffs entzieht und ihn dadurch sowohl in der Gestalt seiner anatomischen Elemente als in der geringen Löslichkeit und in der elementären Zusammensetzung dem Hornstoffe ähnlicher macht. Daher denn, je größer im Körper die Zersetzung ist, desto eher auch das Blut gerinnt, wie im Kindbettfieber, in der Pest, in den meisten bösartigen Fiebern, mit Ausnahme des höchsten Grades dieser Krankheiten, wo das Blut alle Gerinnbarkeit verloren hat. So ist denn auch erklärlich, weßhalb nach Schröder van der Kolk's und J. Davy's Beobachtung ein Stück geronnenen Faserstoffs, in frisches Blut gelegt, die Gerinnung desselben beschleunigt. Wenn diese Substanz die Neigung zur Umsetzung der Elemente dem Wasserstoffsuperoxyde mittheilt, so muß dies noch vielmehr bei den gleichartigen Stoffen der Fall sein, also gerade so wie in denjenigen Vorgängen, welche wir Gährung nennen. Auch der Eiter, dessen Beimischung zum kreisenden Blute durch die Beschleunigung der Gerinnung so gefährlich wirkt und dazu beiträgt, in kurzer Zeit das Gerinnsel in Eiter zu verwandeln, wirkt wahrscheinlich nur durch den Contact, nicht chemisch auf den Faserstoff. Selbst die Anwesenheit der Blutkörperchen befördert jenen Vorgang, denn die vom frischen Blute des Pferdes abgeschöpfte Faserhautflüssigkeit sah ich später gerinnen, als die mit dem rothen Theile des Bluts in Verbindung gebliebene; doch könnte auch hier der sauerstoffhaltige Farbestoff wirksamer gewesen sein als die aus Faserstoff bestehende Hülle derselben. — Diesen merkwürdigen Proceß, der uns zu einer so vielseitigen Betrachtung Anlaß gegeben hat, wollen wir uns aber keineswegs als einen rein chemischen denken; für chemisch mögen wir ihn zwar halten, aber der Stoff, welcher ihn erleidet, ist ein belebter, und dies ist der Grund, warum wir diesen Vorgang nicht mit künstlichen Auflösungen nachahmen können, und dies ist nicht minder der Grund, warum die Faserstoffschollen in einer so bestimmten Größe sich bilden und nicht wie die Krystalle, z. B. die der auch in thierischen Flüssigkeiten aufgelöst'ten Cholestearine, in kleinen und großen Exemplaren gefunden werden. Und doch zeigt gerade in Hinsicht der Cholestearine das thierische Leben seine Macht, denn es hat noch Niemand ermitteln können, auf welche Weise dieselbe im Blute aufgelöst ist, da sie geronnen nur in Aether sich löst. Was Wunder, daß dies mit dem viel höher stehenden Faserstoff eben so geht!

2) Extractivstoffe (nebst Speichelstoff und Harnstoff).

Man theilt die Extractivstoffe ein in die durch Alkohol, Weingeist und Wasser löslichen. Sie sind größtentheils ein Product aus dem Eiweiß und

Faserstoff, durch Kochen entstanden. Früher faßte man sie unter dem Namen »Osmazom« zusammen. Leim ist nicht in ihnen enthalten. Der Speichelstoff ist von dem Extractivstoff als eine besondere Substanz von Berzelius getrennt worden. Auch von ihm sind, wie L. Gmelin zuerst gezeigt, Spuren im Blute vorhanden. Die Extractivstoffe überhaupt sind noch nicht näher bezeichnet worden. Jede Art derselben ist ein Gemenge von verschiedenen Substanzen. Denis, welcher in seinen früheren Analysen Osmazom (in Alkohol lösliches Extract) und Cruorine (durch Kochen des Faserstoffs entstandenes Natronfibrat) aufführte, läßt in seinen neueren beide Bestandtheile aus. Letzteres rechnet er zum Eiweiß, und ersteres betrachtet er als bestehend aus Salzen, gelbem Farbestoff, etwas öl- und margarinsaurem Natron, etwas Cerebrine und sehr wenig Natronalbuminat. Auch Berzelius hält das Wasserextract für eine Verbindung des Eiweißes mit kohlensaurem Alkali und Salzen, das Alkoholextract für ein Gemenge aus mehren Substanzen, namentlich aus Eiweiß mit Natron und milchsauren Salzen. Simon giebt an, daß im Wasserextract unter Anderm auch Zomidin und Casein sich befinden, und daß das Alkoholextract wohl mit Zinnchlorür und salpetersaurem Silberoxyd, aber nicht mit gewöhnlichen Reagentien des Eiweißes einen Niederschlag gebe. In allen drei Extracten befinden sich Salze, die nicht von dem thierischen Stoffe getrennt werden können. Mehre Chemiker haben in den Analysen nicht die Extractivstoffe von den Salzen getrennt; so z. B. nicht Simon. Ziehen wir bei ihm von den Extractivstoffen die Salze, wie ich deren Menge bestimmt habe, ab, so erhalten wir Extractivstoff bei Menschen 6,3, bei Pferden 5,2 und bei Ochsen 2,5. Die Angaben der übrigen Chemiker sind folgende. Marcet: Extractivstoff mit milchsauren Salzen im Serum des Menschen 4,0. Berzelius: Fleischextract und milchsaures Natron im Serum des Menschen 4,0; Natronalbuminat und milchsaures Kali in dem Serum der Ochsen 6,2. Le Canu, als Mittel aus zwei Analysen von Menschenblut: 1) Alkoholextract 1,855; 2) Wasserextract, Natron mit Eiweiß 1,6375; also zusammen 3,4925. Denis (in seinen früheren Analysen): 1) Osmazom 1,8 (1,0—3,1), bei Frauen mehr als bei Männern; 2) Cruorine 1,4 (0,9—3,1). Richardson: Fleischextract und Milchsäure 1,831. — Es geht aus den drei letzten Angaben hervor, daß die Menge des Alkoholextracts im Blute der Menschen im Durchschnitt ungefähr 1,8 beträgt. Ich habe früher auch stets in den Analysen das Osmazom berechnet, habe aber eingesehen, daß daraus kein Nutzen erwächst, und es vorgezogen, lieber genauer das Alkali im Blute zu bestimmen, da nach diesem der Gehalt an Extractivstoff sich richtet. Nur die eine Bemerkung will ich erwähnen, daß bei Kindern und jungen Thieren, besonders bei Kälbern, die Menge des Extractivstoffs eine beträchtlich größere als bei ausgewachsenen Menschen und Thieren war.

Was den Harnstoff des Bluts anbelangt; so hatte man vergebens versucht, ihn im Blute gesunder Menschen und Thiere nachzuweisen, obgleich doch Prévost und Dumas, so wie Tiedemann und Gmelin seine Existenz im Blute der Thiere nach Ausscheidung der Nieren und Andere bei Krankheiten mit gehemmter oder abnormer Absonderung des Urins (Brightsche Nierenentartung, Cholera) ihn nachgewiesen hatten. Selbst bei stickstoffloser Nahrung und Unterbindung der Nierenarterien hat Marchand bei einem Hunde diesen Stoff im Blute gefunden. Die vergeblichen Bemühungen von Tiedemann und Gmelin, Le Canu und Barruel, Denis, so wie von Marchand waren um so auffallender, als die Krystallisa-

tion des Kochsalzes in Octaedern, oder, wie Hünefeld hinzufügt, in Salmiakefflorescenz deutlich die Anwesenheit des Harnstoffs anzeigt, und nach Marchand schon 0,0017 % Harnstoff diese Wirkung auf das Kochsalz äußert. Letzterer erklärt dies Räthsel sehr einfach dadurch, daß die Anwesenheit des Eiweißes die Auffindung von weniger als ¼ % unmöglich macht. So eben will aber Simon [1]) die Anwesenheit einer sehr geringen Menge Harnstoff im normalen Kalbsblute nachgewiesen haben. — Zucker hat man im Blute nur bei der Honigharnruhr, nicht in der Gesundheit gefunden. Wahrscheinlich ist er jedoch in einer kleinen Menge ein normaler Bestandtheil des Bluts.

3) Fett.

Chevreul und L. Gmelin haben zuerst nachgewiesen, daß im Blute manche Arten von Fett vorkommen, und Berzelius zeigte, daß jeder Bestandtheil des Bluts mit Fett verbunden ist. Die neueren Untersuchungen von Le Canu, Denis, Boudet und Berzelius haben ergeben, daß drei Hauptarten von Fett im Blute vorkommen: 1) feste, krystallinische, nur in heißem Alkohol lösliche, 2) ölige, saure, verseifte, und 3) nach Berzelius von diesen noch zu unterscheidende, von Le Canu zu ersteren gezählte phosphor- und stickstoffhaltige, gefärbte. Die festen Fette sind: a) Cholestearine (Gallenfett), b) Cerebrine (Gehirnfett) und c) die von Boudet entdeckte Seroline. Bei Schweinen kommt auch noch Stearine vor. Die sauren Fette sind nach Berzelius und Denis: a) Oleinsäure (Oelfett), b) Margarinsäure und c) eine flüchtige Säure. — Was Berzelius und Boudet vermutheten, daß diese Fette im verseiften Zustande sich befinden, bewies Le Canu. — Die Fette sind theils, wie L. Gmelin zuerst gezeigt, im Serum aufgelöst (die sauren Fette), theils darin vermittelst des Eiweißes aufgeschlämmt (die festen Fette), theils, wie Berzelius mit Recht aus Le Canu's Analyse schließt, in den Blutkörperchen (s. o. »Zusammensetzung der Blutkörperchen«) eingeschlossen (die phosphorhaltigen Fette). Die aufgeschlämmten werden bei der spontanen Gerinnung des Faserstoffs und bei der künstlichen des Eiweißes von diesen Substanzen eingeschlossen und können nur aus denselben nach deren feinerer Vertheilung mehr oder weniger vollkommen mit großer Schwierigkeit ausgeschieden werden. Wenn der Faserstoff vor seiner quantitativen Bestimmung nicht mit Aether ausgekocht wird, so verliert man im Durchschnitt zum wenigsten 0,1 Theil festes Fett auf 1000 Theile Blut. Ich fand in 100 Theilen getrocknetem Faserstoff aus gesundem Menschenblut im Durchschnitt 4,9, in eben so viel aus faserhäutigem 8,5 Theile Fett. Bei dem Blute der pflanzenfressenden Thiere ist der Verlust noch viel größer, daher denn die Chemiker meist zu wenig Fett berechnen. Folgendes sind die hauptsächlichsten Angaben:

nach Le Canu		nach Denis	
festes phosphorhaltiges Fett	3,36	festes Fett . .	6,4 (6,3 — 6,5)
ölige Materie	1,79	verseiftes Fett	2,25 (2,21—2,29)
im Ganzen	5,15		8,65

nach Richardson

krystallinisches Fett	1,357
öliges Fett . . .	0,808
	2,165

[1]) Müller's Archiv. 1841. S. 457.

Simon fand nur im Ganzen 2,345 Fett im Menschenblute. Damit lautet das Resultat meiner Analysen ganz übereinstimmend, nämlich 2,0—2,5. Im Serum ist davon ungefähr die Hälfte aufgelöst. — In Krankheiten zeigt sich zuweilen die Menge sehr vermehrt. Le Canu fand einmal in 1000 Theilen Serum 117 Theile fette Materie. Ein sehr fettreiches Blut hat ein milchiges Aussehen; doch kann auch wohl eine große Menge Fett vorhanden sein, ohne daß dies Merkmal sich findet. So sah ich es im Icterus einmal. Was die ursprünglichen Bedingungen des vermehrten Fettgehalts anbelangt, so scheint bald gestörte Gallenbereitung, bald gehinderte Ablagerung des Fettes an anderen Orten, bald vermehrte Absorption des im Körper abgelagerten, bald vermehrte Bildung desselben im Darmkanal Ursache dieses Phänomens zu sein. Cholera, Icterus, Lungenschwindsucht und Brightsche Krankheit, so wie Trunksucht machen das Blut fettreich. Die größten Fettmengen kommen aber bei oft ziemlich gesunden Menschen vor, die nicht an diesen Krankheiten leiden. Das ist dann ein saures Fett. — In Betreff des Thierbluts fand ich, daß das der Fleischfresser, Schweine und Pferde, und besonders das der Vögel wenig festes Fett liefert, und daß das der Vögel und Ochsen auffallend gelb ist. Bei Hunden erhielt ich im Durchschnitt von neun Analysen 2,8 (2,0—3,6) Fett; bei jüngeren Thieren am meisten. Eben so verhält sich Kalbsblut in Vergleich mit dem der Ochsen. Das Blut der Ziegen und Schafe enthält am wenigsten Fett (0,5—1,0); dann folgt das der Pferde. Ziemlich gleich in dieser Beziehung stehen Katzen und Kaninchen; bei Schweinen ist die Menge nicht reichlicher als bei Hunden. Merkwürdig ist, daß bei Vögeln (Gänsen) der Fettgehalt ganz unregelmäßig ist, bald 1,5, bald 3,5 beträgt und zuweilen bis auf 70,8 steigen kann. — Simon fand im Blute der Ochsen 5,59, der Kälber 4,191 und der Pferde 1,73 Fett.

4) Gelber Farbestoff (Gallenpigment).

Dieser Stoff ertheilt dem Blutwasser seine grüngelbliche Farbe. Denis gelangte vermittelst der Behandlung des Bluts mit Alkohol, Aether und Wasser, in welchen allen drei Flüssigkeiten der Farbestoff löslich ist, dahin, denselben zu isoliren; jedoch war die Scheidung nicht ganz vollständig, denn immer blieb etwas verseiftes Fett mit letzterem in Verbindung. Der Farbestoff muß leichter in Wasser als in Aether löslich sein, denn als ich das stark gelbgefärbte flüssige Serum eines Gelbsüchtigen mit Aether schüttelte, zeigte das sich ausscheidende Fett eine ganz weiße, nicht gelbe Farbe; der Farbestoff war also im Serum zurückgeblieben. — Das, was Sanson als gelben Farbestoff bezeichnet, ist etwas ganz Anderes, nämlich durch Natron aufgelöstes Hämatin, weßhalb derselbe auch durch Chlorwasserstoffsäure nicht grün niederschlagen wurde. Durch die Schwefelsäure hatte Sanson vorher den Gallenfarbestoff zersetzt. — Das gefärbte phosphorhaltige Fett erhält nach Denis durch Beimischung dieses Stoffes seine Farbe, die nach dem Kochen roth wird. Wenn man das Serum bei der Analyse eintrocknet, gelingt es nicht, den Farbestoff zu isoliren; man muß daher das Eiweiß bloß durch Alkohol niederschlagen. — Die quantitative Bestimmung des gelben Farbestoffs ist bis jetzt noch nicht möglich gewesen. Denis schätzt nach der Intensität der Farbe, die das alkoholische Extract zeigt, die Menge auf 3,0 (?) in 1000 Theilen Serum.

Es ist bisher noch nicht gelungen, im Blute außer dem Farbestoff andere Bestandtheile der Galle nachzuweisen, selbst nicht einmal bei Gelb-

sichtigen. So hat Simon hier noch neuerdings das Bilin von Berzelius vergebens gesucht; er fand nur Biliphäin. Denis hatte ebenfalls ohne Erfolg dem Pikromel im Blute der Ochsen nachgespürt. Der gelbe Farbestoff ist bei diesen Thieren nach meinen Versuchen sehr reichlich vorhanden.

b) Unorganische Stoffe: Salze.

Die Salze des Bluts sind theils alkalinische, theils erdige.

1) Die alkalinischen Salze.

Sie haben Natron und Kali, vielleicht auch Ammoniak zur Basis. Das Natron waltet bei den Menschen vor; das Kali ist bei den pflanzenfressenden Thieren am reichlichsten vorhanden. Ob das Ammoniak schon im lebenden Körper vorhanden oder sich erst durch Zersetzung bildet, ist zweifelhaft. Die Secrete enthalten zwar Ammoniaksalze, doch könnten diese erst in den Absonderungsorganen entstehen. — Die Basen sind in Verbindung mit Chlor, Kohlensäure, Milchsäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure, außerdem mit den Fettsäuren. Zum Theil werden die Phosphor- und Schwefelsäure, wenn wir sie in der Asche des ganzen Bluts in Verbindung mit dem Alkali finden, erst bei der Verbrennung der Proteinverbindungen durch Oxydation des Phosphors und Schwefels gebildet. Der Phosphor kommt hauptsächlich deßhalb meinen Untersuchungen nach aus dem Cruor her, weil desto mehr phosphorsaures Natron bei den Thieren sich vorfindet, je mehr Cruor ihr Blut enthält. — Da die Chemiker nicht alle gleiche Arten von Salzen im normalen Blute angeben, so lasse ich hier eine Zusammenstellung der verschiedenen Salze mit den Namen derjenigen Chemiker, welche dieselben gefunden haben, folgen.

1) Chlorsalze: α) Chlornatrium ist unbezweifelt im Blute. β) Chlorkalium nach Marcet, Le Canu, Richardson, Berzelius. Letzterer giebt beim Ochsen bloß Chlorkalium ohne Chlornatrium an. Denis läugnet die Anwesenheit des Chlorkaliums. γ) Chlorammonium nach Le Canu und Hünefeld. Letzterer glaubt, daß es sich erst bei der Analyse aus phosphorsaurem Ammoniak und Kochsalz entwickele.

2) Kohlensaure Salze: die alkalische Reaction des Bluts findet sich allgemein; ungewiß ist es, ob sie vom kaustischen, kohlensauren oder doppeltkohlensauren Natron kommt. α) Kohlensaures Alkali: Berzelius, Marcet, Le Canu, Richardson, Simon. β) Anderthalbkohlensaures Alkali: J. Davy. γ) Kaustisches Alkali: Denis, Hünefeld. Nach Ersterm ist es an Fett und Eiweiß gebunden. Etwas kaustisches Natron im Albuminat geben auch Berzelius und Richardson an; mit Fettsäure gebunden ebenfalls Le Canu.

3) Milchsaure Salze: α) Natron: Le Canu, Richardson, Hünefeld. Nach Letzterm ist es mit Ausnahme des Chlornatriums das hauptsächlichste Salz im Blute. β) Kali: Berzelius beim Ochsen (ohne milchsaures Natron). Denis läugnet alles milchsaure Salz, Richardson bloß das milchsaure Kali. — Bei dem Verbrennen des Bluts erhält man natürlich die milchsauren Salze als kohlensaure. — Gegen die Annahme des essigsauren Alkalis (nach Tiedemann und Gmelin) streitet Hünefeld.

4) Phosphorsaure Salze: nach Berzelius und Denis sind sie als solche schon im Blute vorhanden, nicht erst bei der Calcination gebildet. α) Natron: Denis, Hünefeld, Richardson. β) Kali wird

von Richardson bestritten. γ) Ammoniak wird von Hünefeld wahrscheinlich gemacht.

5) Schwefelsaure Salze: nach Hünefeld als solche schon im flüssigen Blute. α) Natron: Denis, Richardson; geläugnet von Le Canu. β) Kali: Marcet, Le Canu, Denis; von Richardson bestritten.

Am wichtigsten ist unter diesen Differenzen die über die Frage, ob außer dem Natronalbuminat, dessen Existenz oben wahrscheinlich gemacht worden, noch kohlensaures Alkali im Blute sei. Sie ist für die Lehre vom Athmen von dem größten Einfluß. Natürlich, wer das kohlensaure Alkali läugnet und freie im Blute diffundirte Kohlensäure statuirt, kann kein freies kaustisches Natron im Blute annehmen; alles Natron ist dann an das Eiweiß getreten, und dies reagirt in der Verbindung alkalisch. Daß aber kohlensaures Alkali im Blute ist, beweis't die Entwickelung der Kohlensäure aus dem Blute und Blutwasser durch ganz schwache Säuren. Diese Gasentwickelung ist besonders beim Kochen des Bluts mit Essigsäure nach Tiedemann und Gmelin sehr beträchtlich; jedoch ist sie auch in niederer Temperatur ganz deutlich. Merkwürdigerweise läugnet J. Davy diese Erscheinung, obgleich er dem Cremor tartari diese Wirkung zuschreibt, die er jedoch rein mechanisch erklärt. Hünefeld, der zwar die Luftentwickelung durch schwache Säuren nicht bestreitet, hat gegen die Annahme, daß sie aus dem zersetzten Salze komme, eingewendet, daß, wenn man durch Aether oder Wasserstoffgas die im Serum diffundirte Kohlensäure austreibe und nach Verdunstung des Aethers etwas Milchsäure zusetze, keine Kohlensäure mehr sich entwickele. Allein könnte nicht wohl der Aether dadurch, daß er die verseiften Fette zersetzt, Natron frei machen, das nachher die durch die Milchsäure aus dem kohlensauren Alkali frei werdende Kohlensäure auffaugt, und könnte nicht die mit dem Wasserstoffgas, falls es nicht gut gereinigt war, verbundene Schwefelsäure das kohlensaure Alkali schon in schwefelsaures umgewandelt haben? Außerdem zersetzt Wasserstoffgas wie das doppeltkohlensaure Alkali wahrscheinlich auch das anderthalbsaure. — Als Bicarbonat darf man sich alles Alkali nicht denken, weil das Blut meist mehr Kohlensäuregas zu absorbiren vermag als reines Wasser; wenigstens gilt dies vom venösen Blute. Ich habe gefunden, daß ein Blut um so mehr Kohlensäure zu absorbiren im Stande ist, je mehr es nach der Einäscherung kohlensaures Alkali liefert. Es muß also das Alkali in einem noch nicht ganz mit Kohlensäure gesättigten Zustande im Blute vorhanden sein. Sättigt man das Alkali mit etwas Essigsäure ganz allmälig und nur so, daß kaum die alkalische Reaction verschwindet, so wird dadurch die Fähigkeit, das Kohlensäuregas zu absorbiren, beträchtlich vermindert. Ich glaubte anfangs, daß dies beweise, es könne nicht doppeltkohlensaures Alkali im Blute sein; doch ist dies, wie Herr Professor Liebig mich zu belehren die Güte hatte, irrig, weil die Kohlensäure nach der Ausscheidung aus dem Serum zum Theil diffundirt bleibt. Es beweis't dieser Versuch nur, daß sich kohlensaures Alkali im Blute vorfindet. — Da unter der Luftpumpe nach sehr starkem Auspumpen das Blut kohlensaures Gas fahren läßt, so ist es am wahrscheinlichsten, daß dies an Alkali unter der Form des anderthalbkohlensauren Salzes oder wenigstens zum Theil unter der des doppeltkohlensauren gebunden ist. Letzteres und nicht ersteres ist nach J. Davy deßhalb nicht im Blute, weil das Bicarbonat sich durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft zersetzt und sich in Sesquicarbonat verwandelt, so wie dies auch mit dem Carbonat der Fall sein soll. Es

konnte aus diesem Grunde nur im venösen Blute das Bicarbonat existiren. (Weiteres s. unter »Luftgehalt des Bluts.«)

Was die Menge der alkalinischen Salze anbelangt, welche im Blute vorhanden, so sind die Bestimmungen von Denis die genauesten. Er berechnet in seinem neuesten Werke aus einzelnen Analysen den Salzgehalt für gesunde Menschen so:

Chlornatrium . . .	3,537	—	3,668
kaustisches Natron . .	0,884	—	0,917
schwefelsaures Natron .	0,707	—	0,734
schwefelsaures Kali . .	0,707	—	0,734
phosphorsaures Natron .	0,265	—	0,275
	6,100	—	6,328.

Indessen ist die Breite, zwischen der die Menge der einzelnen Salze bei gesunden Menschen schwankt, meinen Untersuchungen nach viel größer, als hier Denis, von einer nicht haltbaren Hypothese ausgehend, beweis't.

Richardson fand:

Chlorsalze	5,341
kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Salze .	2,110
	7,451.

Berzelius, Marcet und Le Canu berechneten die Salze in 1000 Theilen Blutwasser, die beiden ersteren Chemiker jedoch nur die Chlorsalze, die anderen bloß die Salze in Verbindung mit den Extractivstoffen; Berzelius fand 6,0 und Marcet 6,6 an Chlorsalzen, also ungefähr 5,5 auf 1000 Theile Blut.

Le Canu giebt an:

Chlornatrium und Chlorkalium .	6,0 und 5,52
kohlensaures Natron mit phosphorsaurem und schwefelsaurem Natron	2,10 — 2,00
	8,10 — 7,52.

Auf 1000 Theile Blut berechnet er jedoch auffallenderweise 8,37 und 7,30. — Simon hat die Extractivstoffe nicht von den Salzen geschieden. Von den einzelnen Salzen hat er nur das kohlensaure Natron quantitativ zu bestimmen gesucht, indem er dasselbe aus der Menge der Essigsäure, welche zur Saturation des Alkalis erforderlich war, berechnete. Es sollen nach ihm 8 Gran in 100 Gramm Blutwasser, also 5,0 ohngefähr in 1000 Theilen sein. Offenbar ist die Menge viel zu groß, selbst wenn man auch den Kalk mit in Anschlag bringt, der durch die Essigsäure gesättigt wurde. Der Irrthum kommt auch daher, daß das Eiweiß sich ebenfalls mit einem Theil Essigsäure verbindet und die Säure neutralisirt. — Bei meinen mehrfachen Analysen des Menschenbluts erhielt ich im Ganzen 6,0 — 7,0 alkalinische Salze, nämlich:

Chlorsalze . .	4,0	—	5,0
kohlensaure . .	0,6	—	0,8
phosphorsaure .	0,5	—	0,75
schwefelsaure .	0,19	—	0,21.

Ueber die Methode, die ich befolgte, so wie über die Salze des Thierbluts, die noch gar nicht untersucht sind, deren Menge noch nicht einmal bestimmt ist, werde ich nächstens ausführlicher handeln.

2) Die erdigen Salze.

Sie haben Kalk und Magnesia zur Basis. Die Säuren sind Phosphor-

säure, Kohlensäure (ob Milchsäure?) und Schwefelsäure. Den phosphorsauren Kalk, wahrscheinlich als Knochenerde, läugnet Niemand. Den kohlensauren nach der Calcination wird auch Niemand bestreiten können. Aber Niemand erwähnt den schwefelsauren, obgleich ich ihn jedesmal in der Asche gefunden habe. Die phosphorsaure Magnesia fehlt bei Denis, aber nicht bei Marcet, Le Canu und Richardson; die kohlensaure oder reine Magnesia ist unbestreitbar. Diese erdigen Bestandtheile sind meist mit dem Eiweiß, zum Theil auch mit dem Blutroth verbunden. Ob sie in Verbindung mit den Säuren im frischen Blute vorkommen oder sich erst bei der Calcination mit den Säuren verbinden, ist schwer zu entscheiden. Wahrscheinlich entstehen die Säuren aus der Oxydation des Schwefels und Phosphors, welche in den Proteinverbindungen enthalten sind. Die quantitativen Bestimmungen, welche wir besitzen, lauten:

von Denis			von Richardson	
phosphorsaurer Kalk	0,265 —	0,275	phosphorsaurer Kalk . .	0,056
Kalk und Magnesia	0,177 —	0,184	phosphorsaurer Talk . .	0,193
	0,442 —	0,459	kohlensaurer Kalk . . . / kohlensaurer Talk . . .	0,326
				0,575.

Marcet fand in 1000 Theilen Serum 0,60 phosphorsauren Kalk und Talk, Le Canu diese zugleich mit kohlensauren Erden in der Menge von 0,91 und 0,87.

Meine Analysen lieferten im Ganzen 0,539 erdige Salze, nämlich:

	Kalk	Talk	Phosphorsäure	Schwefelsäure
a)	0,204	0,044	0,254	0,016
b)	0,238	0,030	0,178	0,078
c)	0,340	?	0,106	0,091
d)	0,113	0,150	0,244	0,058
e)	0,116	0,135	0,149	0,068
im Mittel	0,202	0,089	0,186	0,062.

D. Eigenschaften der verschiedenen Blutarten.

1. Unterschied zwischen dem arteriellen und venösen Blute.

Das arterielle Blut ist zwar wahrscheinlich in dem ganzen Körper überall dasselbe, aber das venöse ein nach jedem Körpertheil verschiedenes, und es müßte daher jedesmal genau bezeichnet werden, welches Venenblut man bei der Vergleichung dem Arterienblut gegenüberstellt, wenn man nicht fast ausschließlich das der vena jugularis mit dem der carotis zu vergleichen pflegte. Nur wenige Beobachter haben aus anderen Gefäßen zum Behuf dieser Untersuchung Blut aufgefangen.— In der nachfolgenden Darlegung der bis jetzt bekannten Unterschiede beider Blutarten habe ich mich darauf beschränkt, die hauptsächlichsten Resultate der älteren Untersuchungen, wie ich solche früher in meiner monographischen Abhandlung, in welcher die näheren Nachweisungen zu finden sind, über diesen Gegenstand gezogen habe, mit den Ergebnissen der neuesten Zeit zu vergleichen.

Den Farbenunterschied der beiden Blutarten erwähnte zuerst Galen. Haller erklärte ihn bekanntlich für etwas Zufälliges. Das Roth des

Venenbluts hat man mit dem des Purpurs, der Weinhefen, der Modenafarbe, des Saftes der schwarzen Kirschen verglichen, das des Arterienbluts mit dem hellen Purpurroth und Scharlachroth. Es ist unrecht, den Farbenunterschied nur als einen graduellen zu bezeichnen und das arterielle Blut bloß als ein helleres anzusehen; die beiden Farben sind zwei verschiedene Nüancen der rothen.

Bei Menschen und Wirbelthieren ist der Unterschied überall vorhanden, bald mehr, bald weniger; stärker bei Männern als bei Frauen, bei Erwachsenen als bei jungen Kindern, größer im Winter als im Sommer (J. Davy versichert, im Sommer auf Malta bei einem Schafe fast gar keinen Unterschied bemerkt zu haben). Sehr hellroth ist das Arterienblut der Hunde und Vögel, weniger das der Wiederkäuer; auffallend hellroth ist das Venenblut der Ziegen. Alle Amphibien zeigen die Farbendifferenz ganz deutlich. Da bei Fischen im Herzen beide Blutarten gemischt werden, so kann bloß in den Kiemengefäßen der Unterschied wahrgenommen werden. Einige Verschiedenheit glaubte ich auch bei Vergleichung des Bluts der Aorta mit dem der Körpervene zu bemerken. — Je höher ein Thier entwickelt ist, desto deutlicher unterscheiden sich beide Blutarten. Bei winterschlafenden Thieren ist keineswegs alle Differenz verschwunden. Im Fötus der Säugethiere ist sie alles Einspruchs unerachtet ebenfalls schon zu erkennen; eben so im entwickelten Ei der Vögel. — Der Unterschied in der Farbe bleibt noch nach Verdünnung des Bluts mit Wasser; die arterielle Lösung ist hellroth wie dünner Himbeersaft und klar; die venöse dunkelroth, schwärzlich und trübe. Werden beide Blutarten mit einem Neutralsalz, wie z. B. mit Salpeter, versetzt, so röthen sich beide lebhaft, aber immer übertrifft das arterielle Blut das venöse noch etwas an Helle des Roths. Beim Eintrocknen des Bluts in niederer Temperatur verschwindet der Unterschied der Farbe fast gänzlich, vollkommen aber und rasch durch die Siedhitze. — Da zur Untersuchung über die Ursache dieser Farbeverschiedenheit eine Kenntniß aller sonstigen Unterschiede beider Blutarten und der Einwirkungsweise der Gasarten auf das Blut nothwendig ist, so bleibt dasselbe am besten bis an das Ende dieses Abschnittes aufgeschoben.

Das hellrothe Blut hat in der Regel 1° R. und noch darüber mehr Wärme als das dunkelrothe. Dies haben fast alle Beobachter gefunden. So auch noch neuerdings Breschet und Becquerel mit dem thermoelectrischen Apparat. Sie berechneten aus der Abweichung der Magnetnadel den Unterschied auf 1, 01° R. In der Nähe des Herzens war derselbe noch größer. — Wir können uns hier nicht auf die Beantwortung der Frage einlassen, ob diese Differenz durch die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Blute oder durch die Compression im linken Herzen hervorgebracht werde, oder von äußeren Verhältnissen abhänge.

Im specifischen Gewichte unterscheiden sich beide Blutarten durchgehends. Weder bei Menschen noch bei Hunden, Pferden und Kälbern habe ich jemals eine Ausnahme von der Regel getroffen, daß das hellrothe Blut leichter ist als das dunkelrothe. Der Unterschied beträgt auf 1000 Theile 1 bis 3. Genau ist dieser schon von früheren Beobachtern angegebene Unterschied von J. Davy nachgewiesen. Ich bin der Ueberzeugung, daß der Grund desselben hauptsächlich im Wassergehalte zu suchen ist; Andere haben aber in Bezug auf diesen nicht gleiche Resultate mit mir gefunden (s. unten), müssen also entweder aus dem verschiedenen Gehalt an Luft oder Fett diese Erscheinung erklären.

Die Gerinnung des arteriellen Bluts fängt früher an und ist frü-

her vollendet als die des venöſen. Dies iſt ſo conſtant, daß auch unter der Luftpumpe nach Mitſcherlich, Gmelin und Tiedemann und in verſchiedenen Gasarten daſſelbe Verhältniß bleibt. Scudamore und Thackrah ſind von allen Beobachtern die einzigen, welche das Venenblut früher gerinnen ſahen. Ich habe bei allen Menſchen und allen Hausſäugethieren, ſelbſt auch beim Froſche das Gegentheil davon geſehen. Der Kuchen des hellrothen Bluts iſt dabei feſter als der des dunkelrothen. Er treibt auch mit größerer Schnelligkeit das Serum aus.

Krimer hat zuerſt behauptet, daß die Blutkörperchen des arteriellen Bluts kleiner ſeien als die des venöſen. Von vielen Seiten iſt ihm widerſprochen worden, doch haben Kaltenbrunner, Thackrah und Berres einen gleichen Unterſchied wahrgenommen. Nach Schultz herrſcht eine größere Verſchiedenheit in der Größe zwiſchen den dunkelrothen Blutkörperchen als zwiſchen den hellrothen. Dies iſt auch vollkommen meine Anſicht; eine Differenz in der mittlern Größe der Scheibchen beider Blutarten oder in der Durchſichtigkeit derſelben habe ich jedoch nicht wahrnehmen können. Das gilt mir jedoch noch als kein Beweis, daß ein ſolcher nicht exiſtirt, denn das venöſe Blut wird durch das Ausbreiten des kleinen Tröpfchens auf der Glasplatte zu ſehr mit dem Sauerſtoff in Berührung gebracht, als daß dieſer nicht ſchon ſeine Wirkung äußern könnte. Wie nun aber die Salze, der Sauerſtoff und die Kohlenſäure auf die Größe und Durchſichtigkeit offenbar einwirken, indem dieſe die Blutkörperchen trübt, jener dieſelben aufklärt, das habe ich nach Schultz's Beobachtungen und den meinigen oben (bei Betrachtung der Blutkörperchen) mitgetheilt. Hier will ich nur folgende Thatſache erzählen, deren weitere Verfolgung für die Erklärung des Farbenunterſchiedes beider Blutarten wichtig ſein wird. Verdünnt man venöſes und auch arterielles Blut mit viel Waſſer, ſo bildet jenes eine trübe, dunkele und dieſes eine klare helle Blutlöſung. Unter dem Mikroſkope kann man in jenem die ausgewaſchenen Blutkörperchen, weil ſie etwas trüber ſind, viel leichter wiedererkennen als in dieſem, obgleich die Farbe dort dunkler iſt. Dies ſtimmt alſo ganz mit der Wirkung der Kohlenſäure auf die Blutkörperchen des unverdünnten Bluts überein.

Wir beſitzen mehr oder weniger vollſtändige vergleichende chemiſche Analyſen beider Blutarten von Prévoſt und Dumas [1]), Denis [2]), Hering [3]), Thackrah [4]), Schultz [5]), Le Canu [6]), Letellier [7]) und Simon [8]). Auch ich habe mich mit denſelben ſchon früher beſchäftigt [9]). Von Michaelis [10]) ſo wie von Marcet und Macaire [11]) ſind Elementaranalyſen vorhanden. Ich lege in folgender Ueberſicht am meiſten Gewicht

---

[1]) Bulletin universel des sciences nat. a. a. O.
[2]) Recherches etc. p. 164, 168.
[3]) Phyſiologie u. ſ. w. S. 132.
[4]) Inquiry etc., new edition by Wright. p. 109 u. 110.
[5]) Syſtem der Circulation u. ſ. w. S. 136 u. ff.
[6]) Études etc. p. 73 u. ff.
[7]) Ebendaſelbſt.
[8]) Journal für pract. Chemie. B. XXII. S. 118, und Frorieb's Notizen. April 1841. S. 51.
[9]) Das Blut. S. 326 u. ff.
[10]) Diss. inaug. de partibus constitutionis singularum partium sanguinis arteriosi et venosi. Berolini 1827.
[11]) Annales de chimie et physique. T. LI. p. 382.

auf die neueren Analysen, weil vorauszusetzen ist, daß dieselben die vollkommensten sind. Die älteren Angaben findet man alle in meiner Monographie zusammengestellt. Die chemischen Analysen sind aber noch leider weit entfernt davon, in allen Bestandtheilen übereinzustimmen. Da die Unterschiede nur sehr gering sein können, so müssen schon kleine Fehler bei der Untersuchung Differenzen hervorbringen. Außerdem muß man bedenken, daß die Verhältnisse des Körpers auf die Erzeugung des Unterschieds wesentlichen Einfluß haben müssen, und das Venenblut je nach der Verschiedenheit der Organe, von denen es zurückfließt, auch eine verschiedene Zusammensetzung haben muß. Hierauf ist bei Weitem noch nicht die gehörige Rücksicht genommen. Nur Thackrah hat das Blut der Hohlvene mit dem der Halsvene verglichen. Seine Angaben stehen bis jetzt isolirt da und sind für sich allein zu dürftig, um hier berücksichtigt werden zu können. Von Simon's Analysen des Lebervenenbluts soll später die Rede sein.

An Wasser habe ich das Arterienblut stets reicher gefunden, ungefähr um 5,0 auf 1000. Eben so auch Hering und Simon, Letzterer in zwei Analysen des Pferdebluts um 2,734. Um so unbegreiflicher ist es, daß Le Canu und Letellier ein anderes Resultat erhalten haben, während sie doch das specifische Gewicht des venösen Bluts ebenfalls so wie die früheren Beobachter höher anschlagen. Die Mittel sind nach Le Canu bei Pferden 800,11 und 784,62, nach Letellier 831,7 und 829,3.

Le Canu und Letellier behaupten, daß unter den festen Bestandtheilen die Blutkörperchen in dem Arterienblute sich reichlicher vorfinden als im Venenblut. Die Mittel, nach Le Canu berechnet, sind 124,14 und 108,879, nach Letellier 96,84 und 94,3. Das Resultat widerspricht denen von Mayer, Hering und mir. Simon erhielt, wenn man das Globulin und Hämatin bei ihm addirt, in einer Analyse dasselbe Verhältniß wie Le Canu, in einer andern das entgegengesetzte. Nur an Globulin ist übrigens nach Simon das Arterienblut bald reicher, bald ärmer, an Hämatin jedesmal ärmer, selbst wo es auch mehr Globulin enthält (Arterienblut gab 3,640 und 4,872 Hämatin, Venenblut 3,952 und 5,176). Damit stimmt meine Erfahrung überein, daß dies etwas mehr Eisen enthält als jenes. Das Hämatin ist sowohl nach Mulder's als auch nach der spätern Untersuchung Simon's in beiden Blutarten seiner elementären Zusammensetzung nach ganz dasselbe.

Meine zahlreichen Untersuchungen über den Gehalt an Faserstoff in den beiden Blutarten hatten zu dem Ergebniß geführt, daß das arterielle Blut in der Regel, fast immer bei Menschen, Pferden, Hunden, Hammeln, Kaninchen und Frö-schen, mehr liefert als das venöse. Es giebt aber davon wichtige Ausnahmen, und namentlich ist dies bei dem Kalbsblute der Fall. Auch nach Le Canu und Letellier, wenn wir das Mittel aus ihrer Angabe ziehen, ist bei Schafen und Pferden das hellrothe Blut reicher an Faserstoff. Besonders auffallend ist dies bei Pferden (7,94 und 4,85); Simon giebt bei demselben Thiere den Gehalt an Faserstoff in dem einen Falle, wo aber der Faserstoffgehalt im Ganzen abnorm erhöht war, für fast ganz gleich an, in dem andern aber einen größern im arteriellen Blute. — Wenn man weiß, wie mißlich die quantitative Bestimmung des Faserstoffs überhaupt ist, so wird man sich nicht wundern, daß bei der Vergleichung der beiden Blutarten hierin keine Uebereinstimmung in der Beobachtung herrscht, und daß selbst im Widerspruch mit den übrigen Beobachtern Andere, wie Sigwart, Schultz, Thackrah, regelmäßig in dem Venenblute mehr Faserstoff fanden. Hierzu

kommt noch, daß bei der verschiedenen Beschaffenheit des Faserstoffs in beiden Blutarten — der des venösen Bluts ist nämlich weicher, leichter auswaschbar, röthet sich aber stärker und schneller an der Luft, läßt schwieriger das Wasser fahren — auch eine Verschiedenheit in der Behandlung des Faserstoffs zu anderen Resultaten führen muß. Bei den Kälbern habe ich auch in der chemischen Zusammensetzung des unreinen Faserstoffs Verschiedenheiten gefunden; der des arteriellen gab mehr Fett und verlor weniger durch das Kochen als der venöse. Ob dieser Unterschied sich auch bei allen denjenigen Thieren bewährt, deren arterielles Blut mehr Faserstoff giebt, als das venöse (bei den Kälbern war es umgekehrt), ist noch zu prüfen. — Bei allen noch anzustellenden Versuchen ist übrigens darauf zu sehen, daß man die zu vergleichenden Blutmengen nicht hintereinander aus der Ader lasse (es müßten denn sehr große Thiere und die Blutmengen klein sein), sondern gleichzeitig. Durch den Blutverlust verändert sich die Quantität und Qualität dieses Stoffes. Ich habe stets auf diesen Punkt Rücksicht genommen. Nicht so scheinen es die neueren Forscher gethan zu haben; Le Canu z. B. erklärt dies ganz offen. — Neuere Untersuchungen haben in der Beschaffenheit des Faserstoffs beider Blutarten außer den so eben genannten noch einen sehr beachtungswerthen Unterschied aufgefunden. Nach Denis ist nur der arterielle löslich durch Nitrum, nicht der venöse. Dies stimmt also ganz mit der Verschiedenheit in der äußern Beschaffenheit überein. Da der venöse in Folge des Einflusses des Sauerstoffs ebenfalls seine Löslichkeit durch Nitrum verliert, so wird also jener Unterschied durch das Athmen bewirkt. Es fragt sich nun noch, ob der weniger geronnene Zustand des venösen Faserstoffs davon abhängt, daß diesem der Sauerstoff in dem Haargefäßsystem wieder entzogen wird, oder daß er überhaupt ein ganz neuer, frisch aufgenommener ist, während der arterielle dafür an die Organe abgegeben wird. Mit der Langsamkeit des Stoffwechsels steht letztere Annahme wenig in Uebereinstimmung. Außerdem reicht der Einfluß der Kohlensäure hin, den Faserstoff umzuwandeln. Ich brachte durch Schlagen des beim Schlachten erhaltenen Hammelbluts geronnenen Faserstoff zu einem Theil unter Kohlensäuregas, zu dem andern unter Sauerstoff. Etwas Kali absorbirte das unter der zweiten Glocke aus dem Faserstoff sich bildende Kohlensäuregas. Nach 24 Stunden war durch die Kohlensäure der Faserstoff weicher geworden, trübte das Wasser mehr als der mit Sauerstoff in Berührung gewesene und war löslicher durch Nitrum, so wie durch Alkalien, nicht aber durch Säuren. Die Entdeckung von Denis so wie das Resultat dieses Versuchs machen nur die Entscheidung, ob wirklich mehr Faserstoff im arteriellen Blute sich befinde, oder ob er nur fester, daher leichter zu gewinnen sei, noch zweifelhafter als zuvor.

Eiweiß, Fett, Osmazom und Salze zusammengenommen sind nach Le Canu in beiden Blutarten gleich (im Mittel 91,19 für Arterienblut und 91,01 für Venenblut), fast ganz gleich nach Letellier (74,03 und 73,79 im Mittel). Schultz fand im arteriellen, Simon im venösen mehr Fett, und Letzterer beide Male weniger Eiweiß im hellrothen Blute. Im Eiweißgehalt des Blutwassers fand ich einen kaum beachtenswerthen Unterschied. Aus dem hellrothen Blute erhielt ich ganz unbeträchtlich mehr Salz.

Michaelis und später Marcet und Macaire haben eine Elementaranalyse der beiden Blutarten unternommen. Das Resultat derselben nach den beiden französischen Chemikern war, daß das arterielle Blut reicher an Sauerstoff und etwas Wasserstoff, aber ärmer an Kohlenstoff ist, im Ge-

halt an Stickstoff sich aber beide gleichkommen. Von den einzelnen Bestandtheilen des Bluts gilt dies nach Michaelis nur für den Cruor, der im arteriellen Blute merklich mehr Sauerstoff enthält als im venösen; Serum und Faserstoff der beiden Blutarten sollen sich aber in Betreff des Gehaltes an Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff gerade umgekehrt wie der Cruor verhalten. Berzelius macht hierbei die Bemerkung, daß der Unterschied an Sauerstoff noch zweifelhaft erscheine, und der Wasserstoffgehalt unmöglich verschieden sein könne. Falls wir übrigens auch die Richtigkeit der Thatsachen annehmen, so läßt sich doch noch Manches gegen die Beweiskraft derselben einwenden. Da der Gehalt an dem kohlenstoffreichen Hämatin in den beiden Blutarten nicht gleich ist, obwohl dasselbe selbst keine Verschiedenheit zeigt, das Venenblut nämlich mehr enthält, so mag die Verschiedenheit in der elementären Zusammensetzung des Cruors durch die Menge dieser Substanz wenigstens zum Theil bedingt sein. Wollte man auch etwa der Vermuthung Mulder's Raum geben, daß das Eisen in beiden Blutarten in einer verschiedenen Verbindung sich befinde, so würde die dadurch verursachte Verschiedenheit in der elementären Zusammensetzung wegen der geringen Menge Eisen kaum meßbar sein, und müßte sich am ersten bei der Analyse des Hämatins beider Blutarten herausgestellt haben, da dies stets mit Eisen verbunden ist. Ein zweiter Grund der Differenz in der Elementaranalyse beider Blutarten liegt wohl in dem verschiedenen Fettgehalt derselben, namentlich des Cruors. Ehe man nun nicht ganz genau durch quantitative Analysen den Unterschied in den Bestandtheilen des Cruors beider Blutarten nachgewiesen hat, so daß die Addition der Elemente der einzelnen Bestandtheile (Globulin, Hämatin, Fett und Faserstoff) in dem Verhältniß, wie dieselben den Cruor zusammensetzen, mit den Elementen desselben übereinstimmt, kann die Feststellung von diesen noch sehr wenig Werth haben. Außerdem trägt ein Versuch von Marcet und Macaire dazu bei, es unwahrscheinlich zu machen, daß das Blutroth in beiden Blutarten eine verschiedene Zusammensetzung besitze. Sie fanden, daß ein durch Schütteln mit atmosphärischer Luft hellroth gewordenes Venenblut in seiner Zusammensetzung von dem dunkel gebliebenen nicht abwich. Daraus läßt sich schließen, daß, weil die Röthung des Bluts im Körper der außerhalb desselben erfolgenden ganz gleich ist, an der von Michaelis aufgefundenen Verschiedenheit nicht die Zusammensetzung des Blutroths Schuld sein könne.

Luftgehalt des Bluts überhaupt und Verschiedenheit desselben zwischen den beiden Blutarten.

Bisher ist von dem Luftgehalt des Bluts noch gar nicht die Rede gewesen. Die Untersuchung über denselben gewinnt durch die Vergleichung beider Blutarten am meisten an Werth, daher ich sie bis hierher aufgeschoben habe.

In früherer Zeit nahm man allgemein an, daß Luft im Blute enthalten sei, besonders nachdem H. Davy die Menge derselben so hoch angeschlagen hatte. Auch Berzelius war bis zum Jahr 1806 dieser Ansicht, dann sprach er aber dem Blute die Luft ab, und H. Davy bekannte sich einer jugendlichen Uebereilung schuldig. Freilich blieb es nun unerklärbar, wie beim Athmen, welchen Vorgang man nun näher nachforschte, Luft ausgeschieden werden könnte, wenn das Blut selbst keine enthalte, und man gerieth nun auf allerlei sonderbare Theorieen über den Prozeß des Athmens. Immer wieder von Neuem kam man indeß auf die Anwesenheit der Luft im Blute

zurück; der Eine wollte dieſe entwickelt haben, der Andere widerſprach. So ſchwankte die Lehre vom Athmen hin und her, und Keiner wußte recht, was er glauben ſollte. Erſt in den letzten Jahren ſcheint nun durch die Arbeiten von van Enſchut [1]), Magnus [2]), Th. Biſchoff [3]) und J. Davy [4]) etwas mehr Klarheit in dieſen Theil der Phyſiologie kommen zu wollen.

Die Mittel, deren man ſich bediente, um die Luft aus dem Blute zu erhalten, waren: 1) die Luftpumpe, 2) Schütteln mit anderen Gasarten, 3) Wärme und 4) Zuſatz von Säuren oder Salzen.

Daß man aus beiden Blutarten durch dieſe Mittel Luft erhalten könne, wird jetzt von Niemand mehr geläugnet, eben ſo weiß man, daß der Hauptbeſtandtheil der gewonnenen Luft Kohlenſäuregas iſt. Welches Blut am meiſten Luft enthalte, darüber herrſcht noch keine vollſtändige Uebereinſtimmung; wohl aber iſt es wahrſcheinlich, daß mehr Kohlenſäuregas aus dem arteriellen Blute ausgeſchieden werden könne. Dies haben mit Ausnahme eines einzigen Chemikers (Magnus) alle anderen, auf welchem Wege ſie auch die Luft austrieben, beſtätigt gefunden. Auch Sauerſtoffgas wollen mehre Beobachter aus dem Blute gewonnen haben, und zwar entweder allein oder wenigſtens am meiſten aus dem hellrothen; indeſſen wird von anderer Seite dieſer Angabe mit Recht widerſprochen. Stickſtoff ſcheiden, wie zwei Beobachter verſichern, beide Blutarten aus, das Arterienblut mehr als das Venenblut. — Folgendes ſind die Thatſachen, aus denen dieſe Reſultate gezogen ſind.

1) Vogel, Brande und Home verſicherten, aus beiden Blutarten eine große Menge Gas ausgepumpt zu haben. Die Verſuche der neuern Zeit ſtanden aber damit in grabem Widerſpruch, namentlich die von J. Davy, J. Müller und Bergemann, und von Gmelin, Tiedemann und Mitſcherlich. Die Luftblaſen, welche letztere Beobachter erhielten, erwieſen ſich ihrer Anſicht nach nicht als eine permanente Luftart, indem dieſelben bei Wiederherſtellung des Luftdrucks raſch wieder verſchwanden. Sie glaubten nämlich nicht, daß Kohlenſäuregas ſo raſch wieder aufgeſogen werden könne, was indeß doch wohl möglich wäre. Dagegen erhielten ſie Luft beim Auspumpen, wenn Eſſig dem Blute beigemiſcht war, und zwar mehr aus dem venöſen als aus dem arteriellen Blute. Indeſſen ſprechen die Reſultate der Verſuche von Hornbeck, Schultz, G. H. Hoffmann, Collard de Martigny, Reid Clanny, v. Enſchut, Th. Biſchoff, Denis und vor Allem die von Magnus für die Richtigkeit der frühern Angabe. Nur muß man, um dieſe Erfahrung beſtätigt zu finden, ſehr ſtark bis 4° des Barometerſtandes die Luft auspumpen, und ſelbſt dann darf man keine ſchnelle Entwicklung von Luft erwarten. Je länger das Blut, wenn auch vollſtändig der atmoſphäriſchen Luft entzogen, vorher geſtanden hat, deſto auffallender iſt der Erfolg. Nach Magnus war $^1/_{10}$ — $^1/_8$ des Bluts (dem Volumen nach) Luft, und zwar gab das arterielle mehr als das venöſe (jenes 11,13%, dieſes 7,68%). — Auch J. Davy iſt von ſeinem Irrthume zurückgekommen. Bald erhielt er mehr, bald weniger Luft aus dem Blute, und mit Recht vermuthete er, daß dies vom Zuſtande des Kör-

---

[1]) Diss. de respirationis mechanismo. Traj. ad Rhen. 1836.
[2]) Poggendorff's Annalen. Nr. CXVI. S. 586 u. ff.
[3]) Commentatio de novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam doctrinam de respiratione institutis. Heidelb. 1837.
[4]) Anatomical and physiological Researches. Vol. II.

ters abhänge (was auch schon frühere Beobachtungen nachgewiesen haben). Von Magnus weicht er darin ab, daß nach ihm das Venenblut etwas mehr Luft als das Arterienblut geben soll. Die Luft, welche sich in der Torricellischen Leere aus dem Blute ausscheidet, ist nach v. Enschut Kohlsäure. Von dieser giebt das arterielle nur ungefähr ½ mal so viel als das venöse, nämlich dieses 3,7, jenes 1,7 p. C. Niemals, selbst nicht aus künstlich oxydirtem Blute gewann er Sauerstoff. Alle früheren Beobachter, welche das durch die Luftpumpe aus dem Blute entwickelte Blut untersuchten, hatten dagegen gefunden, das das venöse besonders viel Kohlensäure, das arterielle weniger Kohlensäure, aber viel Sauerstoff ausschied. — Die genauesten Resultate über diesen fraglichen Gegenstand haben uns die Versuche von Magnus geliefert. Wenn man aus denselben die Mittelzahlen berechnet, so enthält

	das Arterienblut	das Venenblut
Kohlensäuregas	7,10	5,35
Sauerstoffgas	2,65	1,21
Stickstoffgas	1,35	1,13
	11,10	7,69

Also enthalten beide Blutarten alle drei Gasarten, und zwar am meisten Kohlensäure und am wenigsten Stickgas; aber im arteriellen Blut ist im Verhältniß zur Kohlensäure mehr Sauerstoff als im venösen; die Luft von jenem besteht aus 64 CO, 23 O und 13 N, von diesem aus 75 CO, 15 O und 10 N. — Leider stimmen die Resultate der neueren Versuche von J. Davy nicht mit diesen Angaben überein. Derselbe fand nur Kohlensäure, kein Stickgas und keinen Sauerstoff. Aus dem Venenblute erhielt er mehr Kohlensäuregas als aus dem arteriellen. Nach Bischoff soll letzteres gar kein Kohlensäuregas ausscheiden. — Offenbar bedürfen diese Versuche noch einer Wiederholung, und zwar einer mit verschiedenen Abänderungen unternommenen. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß erstens nach der Zeit, wie lange das Blut vorher an der Luft gestanden hat, und zweitens nach der Zeit, wie lange es unter der Luftpumpe bleibt, die Gasarten verschieden sein müssen. Höchstens aus dem ganz frischen arteriellen Blute würde man Sauerstoff gewinnen können. — Die durch Zusätze von Essig unter der Luftpumpe von Gmelin, Tiedemann und Mitscherlich ausgeschiedene Luft bestand aus Kohlensäure, von der das venöse Blut mehr giebt als das arterielle. Salze treiben unter der Luftpumpe nach Schultz aus dem Venenblut ganz reine Kohlensäure, hingegen aus dem arteriellen nur wenig von dieser und viel Sauerstoff aus.

2) Die meisten Beobachter fanden, daß im Wasserstoffgas das Blut Luft entwickle. So Vauquelin, mein Vater, Stevens, A. Thomson, G. H. Hoffmann, Th. Bischoff. Magnus zeigte, daß, wenn man einen anhaltenden Strom von Wasserstoff durch das Blut streichen läßt, diese Entwicklung bis zur Fäulniß des Bluts in beständig abnehmenden Verhältnissen fortdauert, und daß sie beim venösen Blute, (anfangs wenigstens) reichlicher ist als im arteriellen. Nach 6 Stunden gab jenes bei Pferden und Rindern 27,2%, nach 24 Stunden sogar 43,7%. Aehnliche Resultate erhielt er bei Anwendung des Stickgases. Denis macht mit Recht darauf aufmerksam, daß im frischen Blute nicht sogleich die Luftentwicklung anfange, sondern erst nach einiger Zeit. Daher ist es auch zu erklären, daß J. Müller früher dieselbe ganz läugnete. Auch J. Davy

ſah durch bloßes Schütteln mit Waſſerſtoffgas keine Luftveränderung, und Maitland eher einen Verluſt als eine Vermehrung (wahrſcheinlich weil zuerſt die Kohlenſäure abſorbirt wurde). Im Stickgas ſah man bald Aushauchung, bald Auffaugung. Daß Letzteres unter beſtimmten Verhältniſſen der Fall ſein kann, hat v. Enſchut bewieſen. — Die durch das Waſſerſtoff- oder Stickgas dem Blute entzogene Luft iſt nach Magnus Kohlenſäure, wie auch ſchon die früheren Chemiker, welche eine Gasentwicklung in dieſen Verſuchen beobachtet hatten, annahmen. G. H. Hoffmann entwickelte durch Schütteln mit Waſſerſtoffgas aus dem venöſen Blute kohlenſaures, aus dem arteriellen Sauerſtoffgas (?). Nach v. Enſchut waren beim venöſen Blute 4,4 — 33,3% der entwickelten Luft Kohlenſäure, und beim arteriellen 3,7 — 16,0; aber 5,5 — 10,7 % beſtanden bei jenem und 2,2 — 6,0 bei dieſem aus Stickgas. Sauerſtoff erhielt er aus keiner Blutart. Th. Biſchoff, welcher keine Kohlenſäure aus dem Arterienblute, aber wohl aus dem Venenblute entwickeln konnte, vermuthet, daß dafür Sauerſtoff aus demſelben ausgeſchieden werde. Aeltere Beobachter, namentlich Prieſtley, Roſa, Girtanner, Fontana, Luzuriaga, auch G. H. Hoffmann, waren derſelben Anſicht; doch bedarf dies noch einer genauern Prüfung, indem J. Davy neuerdings weder aus dem venöſen, noch aus dem arteriellen, ja ſelbſt nicht einmal aus dem mit Sauerſtoff geſchüttelten Blute durch Waſſerſtoff eben ſo wenig wie frühere Chemiker, z. B. Keutſch, Sauerſtoff auszutreiben im Stande war.

Von den übrigen Gasarten außer Sauerſtoff abſorbirt das Blut viel, in der Regel ohne Kohlenſäure auszuſcheiden. J. Davy hat hierüber neuerdings viel experimentirt. Von Stickoxydulgas nimmt das Blut viel auf, das vorher mit Sauerſtoff geſchüttelte jedoch weniger. Von Stickoxydgas abſorbirte das arterielle mehr als das venöſe; beide ſchieden Stickgas und Kohlenſäuregas aus. Das Blutwaſſer verhält ſich in dieſer Beziehung dem Waſſer gleich. Von Phosphorwaſſerſtoffgas verſchluckt das dunkele Blut noch einmal ſo viel als das arterielle. Schwefelwaſſerſtoffgas ward ſehr beträchtlich, von dieſem Blut noch mehr (faſt das Dreifache des Volumens) als von jenem aufgenommen. Kohlenoxydgas erlitt keinen Verluſt. — Kohlenwaſſerſtoffgas nimmt nach Schultz Kohlenſäure aus dem venöſen Blute auf.

Auch bei dem Schütteln mit Sauerſtoffgas giebt das Blut Kohlenſäure ab; da zugleich aber Sauerſtoff abſorbirt wird, und zwar, wie Chriſtiſon bewieſen, gerade ſo viel, als Kohlenſäure gebildet wird, ſo iſt es wahrſcheinlich, daß die Kohlenſäure erſt aus dem Sauerſtoff der Luft und dem Kohlenſtoff des Bluts entſteht. Nach meinen Unterſuchungen wird im Anfange des Schüttelns zwar etwas, jedoch nur ſehr wenig Sauerſtoff abſorbirt; zugleich oder gleich darauf ſcheidet ſich Kohlenſäure aus, die bei fortgeſetztem oder erneutem Schütteln ebenfalls nebſt einer neuen kleinen Portion Sauerſtoffgas, welches ſich ſogleich wieder in Kohlenſäure umwandelt, ins Blut aufgenommen wird. Die Menge der auf dieſe Weiſe durch längere Zeit anhaltendes Schütteln gebildeten und abſorbirten Kohlenſäure iſt nicht unbeträchtlich. Nach H. Davy abſorbirt Venenblut ⅓ ſeines Volumens Sauerſtoff, nach Chriſtiſon 5,7 — 14,0%. Dieſe letzten Zahlen ſind auch von mir gefunden worden, wenn ich das Blut bloß mit Sauerſtoffgas abſperrte; bei dem wiederholten Schütteln war aber der Verluſt des als Kohlenſäure vom Blute abſorbirten Gaſes viel größer; durch ſechsmaliges, jedes Mal 3 — 5 Minuten lang fortgeſetztes Schütteln einer Portion Hammelblut verſchwand

binnen 32 Stunden eine 84,15% des Blutvolumens gleichkommende Gasmenge, und außerdem absorbirte nachher Kali noch 30,7%; also hatte das Blut im Ganzen 115,2% Kohlensäure gebildet. Serum desselben Bluts hatte nur 12,4% seines Volumens erzeugt. Sperrt man das Blut bloß unter Sauerstoff ab, ohne zu schütteln, so ist die Absorption gering, größer jedoch, wie ich schon früher angegeben habe, und auch v. Enschut bestätigt, bei dem venösen als bei dem arteriellen Blute. Nach J. Davy soll die Menge das Dreifache betragen. Ausgeschiedene Kohlensäure konnte er in dem mit dem Blute geschüttelten Sauerstoffgase nicht finden. Wie das zu erklären ist, geht aus meinen so eben erzählten Versuchen hervor. — Schon v. Maack hatte gefunden, daß das Blutwasser sehr wenig Sauerstoff absorbirt, aber 2½ Maaß Cruorlösung nahmen 1½ Maaß Sauerstoff auf.

3) Durch das Erwärmen des Bluts haben H. Davy, Krimer, Collard de Martigny, Hermann, v. Enschut, Denis Luft entwickelt, J. Davy, Strohmeyer, J. Müller aber nicht. J. Davy versichert, daß ein mit Kohlensäure stark geschwängertes Blut bei 93° C. gar keine Kohlensäure abgiebt; daß dies indeß durch hohe, dem Siedepunkte nahe kommende Wärmegrade möglich ist, davon kann man sich leicht überzeugen; es ist aber auf diese durch sichtbare Zersetzung des Bluts frei gewordene Luft kein großes Gewicht zu legen. — H. Davy hatte im Jahr 1799 durch Erwärmen bei 93° C. aus 12 Unzen arteriellem Blute eines Kalbes 1,8 C." Luft erhalten, welche aus 1,1 C." Kohlensäure und 0,7 C." Sauerstoff bestand. Durch beständiges Erwärmen des Bluts im Wasser bei 56° R. erhielt v. Enschut aus dem Venenblute $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}$ des Volumens Kohlensäure, aus dem Arterienblute $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{15}$. — Durch Kochen bei Zusatz von Essig bis zur Sättigung des Alkalis gaben nach Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann 1000 Volum arterielles Blut 0,833 und eben so viel venöses 1,233 Vol. Kohlensäure.

Auch durch Weingeist kann man aus verdünntem Blute Luft austreiben. Ich erhielt etwas mehr aus dem venösen als aus dem arteriellen. Die Luft war Kohlensäure.

Sollen wir nun erklären, in welchem Zustande sich die Luft, welche in den erzählten Versuchen ausgeschieden wurde, sich befunden habe, so treffen wir auf solche Schwierigkeiten, daß wir fast versucht werden, von dem Unternehmen ganz abzustehen. Gerade durch die Versuche von Magnus, durch die man jetzt die Lehre vom Athmen aufgehellt glaubt, ist dieser Gegenstand noch dunkler als zuvor geworden. Wir wollen hauptsächlich nur zeigen, welches die Schwierigkeiten sind, die sich hier in den Weg stellen, überlassen es aber dem anerkannten Scharfblicke desjenigen Chemikers, der in diesen Blättern die Physiologie mit den schätzenswerthesten Resultaten seiner Forschung über die chemischen Verhältnisse des Bluts bereichern wird, den Knoten zu lösen.

Das Kohlensäuregas kann mit dem Blute in einer dreifachen Weise verbunden sein, erstens im Blutwasser diffundirt, zweitens an Alkali gebunden und drittens mit den Blutkörperchen vereinigt. Die Blutkörperchen des venösen Bluts binden verhältnißmäßig weniger Kohlensäure, als dieselbe Menge Serum beträgt, welche sie verdrängen; denn das geschlagene Blut ist weniger Kohlensäure zu absorbiren im Stande als das Serum desselben Bluts. Dies hat schon J. Davy, der übrigens darin zu weit geht, daß er alle Absorption des Kohlensäuregases durch den Cruor läugnet, beobachtet, und ich habe es in wiederholten Versuchen bestätigt gefunden.

Da dieſe Thatſache wegen der Folgerungen, welche aus ihr gezogen werden, ſehr wichtig iſt, ſo ſcheint es nöthig zu prüfen, ob ſie auch für den Zuſtand des Bluts im lebenden Körper gleiche Geltung habe. In dieſer Hinſicht darf die Möglichkeit nicht überſehen werden, daß beim Gerinnen und während der Zeit, ehe das Blut mit Kohlenſäuregas geſchüttelt wird, die Blutkörperchen die im Serum diffundirte Kohlenſäure ſchon aufgeſogen haben, ſo daß ſie nachher weniger von derſelben aufzunehmen im Stande ſind. In den Verſuchen von v. Enſchut abſorbirte arterielles Blut faſt die Hälfte mehr Gas als venöſes, daſſelbe fanden ſchon Tiedemann, Gmelin und Mitſcherlich. Und dies iſt ſehr wichtig; denn da zwiſchen dem Serum beider Blutarten kein Unterſchied exiſtirt, ſo muß einer in den Blutkörperchen liegen. — Mit den Alkalien iſt Kohlenſäure verbunden, wie früher gezeigt worden. Auch ward ſchon erwieſen, daß im Serum, nach Trennung deſſelben vom Blutkuchen, das Alkali nicht als doppeltkohlenſaures (höchſtens nur zu einem Theil) vorhanden iſt, weil jenes mehr Kohlenſäure auffaugt als reines Waſſer, und weil das geſchlagene Blut der Thiere, je nachdem es mehr Alkali enthält, auch mehr Kohlenſäure zu abſorbiren im Stande iſt. Hierbei iſt jedoch nicht zu überſehen, daß vielleicht erſt während des Gerinnens ein Theil der Kohlenſäure aus den Salzen entweicht, und das Alkali doch als doppeltkohlenſaures im venöſen Blute circulirt haben könne. Das doppeltkohlenſaure Alkali läßt einen Theil ſeiner Kohlenſäure unter der Luftpumpe fahren; ob auch das anderthalbkohlenſaure Alkali (und vielleicht auch das einfachkohlenſaure?) bei Anweſenheit von thieriſcher Subſtanz, die große Neigung hat, ſich mit dem Alkali zu vereinigen, nach ſehr ſtarker Verdünnung der Luft zerſetzt werden könne, ſo daß dadurch die Entwicklung der Kohlenſäure in den Magnusſchen Verſuchen erklärbar wird, iſt ſehr wahrſcheinlich und gewiß näherer Prüfung werth. — Magnus ſo wie auch Berzelius nehmen an, daß die durch die Luftpumpe aus dem Blute frei gewordene Luft ſchon als fertig in demſelben vorhanden geweſen ſei. Aber mit der Annahme, daß Kohlenſäuregas im Blute diffundirt ſei, verträgt ſich nicht die Erfahrung, daß das Serum und ſelbſt auch das geſchlagene Blut mehr Kohlenſäuregas als das Waſſer zu abſorbiren vermögen. Nach J. Davy ſoll das Blut faſt das Doppelte ſeines Volumens Kohlenſäuregas aufnehmen können (120 — 190%), das vorher mit Sauerſtoff geſchwängerte aber weniger (deßhalb, weil, wie ſo eben gezeigt, in dieſem das Sauerſtoffgas ſich ebenfalls in Kohlenſäure umwandelt). Sehr intereſſant iſt die Beobachtung deſſelben Forſchers, daß die Abſorption bei dem Blute der unter der Luftpumpe geſtorbenen Thiere (Kaninchen) faſt das Vierfache ihres Volumens beträgt (370%). An dieſer Erſcheinung können hier unmöglich allein die Alkalien, die ſich während des Sterbens des Thieres nicht mit Kohlenſäure verbanden, Schuld ſein, weil ſich leicht berechnen läßt, daß dazu ſich nicht genug Alkali im Blute befindet; es iſt daher mehr als wahrſcheinlich, daß die Blutkörperchen dieſe Steigerung der Auffaugungsfähigkeit verurſacht haben. Man könnte nun annehmen, daß deßhalb das normale Serum des geronnenen Bluts kein diffundirtes Kohlenſäuregas enthalte, weil der Sauerſtoff der Luft daſſelbe verdrängt habe; allein dieſer Annahme ſcheint die Angabe zu widerſprechen, daß wir nur im Stande ſind, einen kleinen Theil des im Blute diffundirten Kohlenſäuregaſes, ſelbſt wenn das Blut mit demſelben ſtark geſchwängert iſt, durch Sauerſtoffgas auszutreiben. Allerdings iſt nach meinen Verſuchen die Menge gering, wenn man bloß das Sauerſtoffgas durch das Blut durchſtreichen und dann Beides ruhig ſtehen läßt. Durch Schütteln

läßt sich aber eine etwas beträchtlichere Menge verdrängen. In einem Versuche dieser Art, deren ich sehr viele anstellte, hatte Kalbsblut 84% seines Volumens Kohlensäuregas aufgenommen; bei leichtem Schütteln trieb Sauerstoffgas 20% wieder aus. Um ähnliche Resultate zu erhalten, darf man das mit Kohlensäure behandelte Blut nicht zu lange stehen lassen, ehe man dasselbe mit dem Sauerstoffgas in Berührung bringt, und zweitens darf oberhalb des Bluts in dem Glascylinder nur wenig Kohlensäure mehr befindlich sein. Wenn man sich vorstellt, Sauerstoffgas müsse das Kohlensäuregas verhältnißmäßig um so stärker verdrängen, je mehr das Blut mit diesem geschwängert ist, so irrt man. Befindet sich wenig Kohlensäuregas im Blute, so wird dies von einer größern Menge Sauerstoffgas verhältnißmäßig viel leichter ausgetrieben, als wo dieselbe Menge von diesem auf ein stark mit jenem geschwängertes Blut einwirkt. Eben deßhalb ist auch die Aufnahme von Kohlensäuregas ins Blut, welche sonst so leicht stattfindet, erschwert, wenn das Gas mit vielem Sauerstoffgas gemischt ist. Den auffallendsten Beweis von der Wahrheit dieser Sätze liefert der Versuch, in welchem man geschlagenes venöses Blut mit Sauerstoffgas schwach schüttelt. Bei der Prüfung hat dies Gas Kohlensäure aufgenommen. — Die Art und Weise, wie nun der Sauerstoff das Kohlensäuregas aus dem Blute austreibt, ist mehrfach; erstens verdrängt er, wie dies gleich bewiesen werden soll, die Kohlensäure sowohl aus dem Serum, wie zweitens aus den Blutkörperchen, und drittens wandelt er die doppeltkohlensauren Alkalien in anderthalbkohlensaure um und treibt also auch aus diesen Kohlensäuregas aus. — Es ist weiter oben, als von dem Zustande des Faserstoffs im Blute die Rede war, wahrscheinlich gemacht worden, daß dieser Stoff mit Alkali verbunden sei und sich von diesem bei der Gerinnung trenne. Auch durch dieses freigewordene Alkali würde demnach ein Theil des diffundirten Kohlensäuregases bei der Gerinnung des Bluts gebunden werden. Somit wäre es durchaus nicht unmöglich, daß, obgleich das Serum nach der Gerinnung und Trennung vom Blutkuchen kein freies Kohlensäuregas enthält, solches doch im kreisenden venösen Blute diffundirt ist. Mit der Anwesenheit der freien Kohlensäure in einer Flüssigkeit ist aber, wird man einwenden, die gleichzeitige von einfach- und selbst von anderthalbkohlensauren Alkalien unverträglich. Allerdings auf die Dauer ist dies nicht zu läugnen, aber für ganz kurze Zeit vertragen sich selbst mineralische Säuren mit kohlensauren Alkalien in einer wässerigen Lösung; und eine oder zwei Minuten lang, in der Zeit, bis das Blut von der Peripherie zum Herzen und zur Lunge gelangt, sollte nicht einmal in dem klebrigen Blute etwas Kohlensäure diffundirt sein können, ohne das kohlensaure Alkali in doppeltkohlensaures zu verwandeln? Daß das Blut im Haargefäßsystem dunkel geworden, schließt keineswegs, wie noch ausgeführt werden soll, die Nothwendigkeit der Umwandlung des Alkalis in doppeltkohlensaures in sich. — Die Menge des Kohlensäuregases, die wir uns im venösen Blut diffundirt denken, und deren Ursprung wir später nachweisen wollen, kann nur gering sein, weil sonst allerdings Alkali und Blutkörperchen stärker mit Kohlensäure gesättigt sein müßten, und bei der Anwendung der Luftpumpe auf frisches, noch nicht geronnenes Blut mehr Gas erhalten werden müßte. Auch das arterielle Blut kann trotz seiner hellen, von der Aufnahme des Sauerstoffs herrührenden Färbung ebenfalls noch etwas Kohlensäure in freiem Zustande enthalten, wie dies ebenfalls weiter unten noch bewiesen werden soll. — Daß aber diejenige Kohlensäure, welche Magnus aus den beiden Blutarten durch dies Verfahren nach und nach bei

dem möglich tiefſten Barometerſtande erhielt, im Blute noch diffundirt war, wenn ſie es auch während des Lebens geweſen wäre, iſt zweifelhaft, erſtens ſowohl wegen der Hartnäckigkeit, mit welcher das Blut das Gas feſthielt, als auch wegen des Verhältniſſes der aus den beiden Blutarten erhaltenen Mengen. Das Gas war entweder aus dem Alkali oder aus den Blutkörperchen entwickelt. Wäre es bloß erſteres, ſo könnte unmöglich die Menge der Kohlenſäure aus dem arteriellen Blute größer ſein als aus dem venöſen. Dies kann nur darin ſeinen Grund haben, daß der mit dem Blute in der Lunge verbundene Sauerſtoff während des Verſuches ſich allmälig mit dem Kohlenſtoff der feſten Beſtandtheile des Bluts, dem Faſerſtoff oder den Blutkörperchen verband und als Kohlenſäure ſich nachher ausſchied. — Die große Menge Kohlenſäure, welche Magnus und Andere aus dem Blute vermittelſt des Durchſtrömens von Waſſerſtoffgas erhielten, als vorher in demſelben diffundirt anzunehmen, läßt ſich gar nicht vertheidigen. Je länger das Gas durchſtrömte, deſto mehr Kohlenſäure führte es mit ſich, und je älter das Blut ſchon war, ehe es zu dem Verſuche gebraucht wurde, deſto beſſer eignete es ſich nach Denis zu dieſem Verſuche. Offenbar haben wir hier eine Zerſetzung des Bluts vor uns. Welcher Art dieſelbe iſt, wiſſen wir freilich noch nicht; die große Menge Stickgas, welche v. Enſchut gleichzeitig mit dem Kohlenſäuregas aus beiden Blutarten gewann, zeigt nur an, daß es eine Proteinverbindung oder das Blutroth iſt, welches ſich zerſetzt. Eine Analyſe des durch Waſſerſtoffgas auf dieſe Weiſe veränderten Bluts wäre ſehr wünſchenswerth. (Wahrſcheinlich wird eine dem Harnſtoff ähnliche Subſtanz nebſt Milchſäure gefunden werden.) Vielleicht iſt dieſe Zerſetzung der in den Magnusſchen Verſuchen mit der Luftpumpe nicht unähnlich, da auch gleichzeitig hier viel Stickgas ausgeſchieden wurde. Auffallend iſt nur, daß hier auch noch Sauerſtoff in der gewonnenen Luft ſich vorfand, indem weder v. Enſchut noch J. Davy durch eine der beiden Methoden Sauerſtoff ſich entwickeln ſahen. Dies iſt bei dem Verſuche mit der Luftpumpe um ſo auffallender, als der Sauerſtoff ſich ſo leicht mit dem Kohlenſtoffe des Bluts zur Kohlenſäure verbindet.

Der Sauerſtoff tritt bei dem Athmen bekanntlich ins Blut und muß erſt durch eine Schicht Flüſſigkeit hindurch, ehe er zu den Blutkörperchen dringen kann. J. Davy läugnet überhaupt die Möglichkeit, daß das Sauerſtoffgas von dem Serum aufgenommen werden könne; allein die bekannte Thatſache, wo ein unter dem Niveau des Blutwaſſers liegender Blutkuchen an der Oberfläche ſich röthet, beweiſ't das Gegentheil. Die Menge, welche durchdringt, kann freilich nur gering ſein, da Serum beim Schütteln mit Sauerſtoffgas wenig von demſelben abſorbirt; da aber die Blutkörperchen raſch dies Gas aufſaugen, ſo machen ſie immer von neuem das Serum wieder zur Aufnahme deſſelben empfänglich. Auch die Löſung des Blutrothes abſorbirt noch ſehr begierig Sauerſtoff, wie v. Maack gezeigt hat, und ſelbſt dann, wenn man ſie mit Weingeiſt verſetzt, iſt dies, wie ich gefunden, noch in einem freilich beſchränkteren Maaße möglich. Die Blutkörperchen werden alſo mit Recht die Träger des Sauerſtoffs genannt. — Auf welche Weiſe das mit den Blutkörperchen verbundene und zum Theil auch in dem Blutwaſſer diffundirte Gas wieder ausgetrieben werden könne, ob es das Kohlenſäuregas vermöge, wiſſen wir nicht. Die Verſuche, in denen man durch Kochſalz das Sauerſtoffgas verdrängt haben will, ſind zweifelhaft, da ſo kleine Quantitäten Luft nicht quantitativ beſtimmt werden können.

Urſache der Farbenverſchiedenheit beider Blutarten.

Wir kehren nun zuletzt zu der Verſchiedenheit in der Farbe der beiden Blutarten zurück. Man hat oft die Frage aufgeſtellt, woher denn dieſelbe eigentlich komme. Es zerfällt dieſe Frage wiederum in zwei: 1) durch welche Einflüſſe wird die doppelte Farbenveränderung bewirkt? und 2), wie wirken dieſe Einflüſſe, chemiſch oder phyſikaliſch?

1) Die Stoffe, welche bei der Farbenveränderung Einfluß ausüben, ſind Sauerſtoff, Kohlenſäure und die Neutralſalze des Serums. Durch Verſuche wußte man ſchon längſt, daß das Kohlenſäuregas das Blut dunkel färbt, Sauerſtoffgas und Salze daſſelbe heller röthen. Ob aber der Einfluß des erſten Gaſes an ſich oder nur durch Verdrängung des zweiten dies bewirkt, ob ferner der Sauerſtoff für ſich allein oder mit den Salzen röthet, darüber hat man ſich bis zum heutigen Tage noch nicht verſtändigen können. Vorzugsweiſe verdient hier der Streit zwiſchen Stevens und deſſen Gegnern, namentlich J. Müller, eine Erwähnung. Jener [1]) behauptet, daß der Cruor an ſich eine dunkle Farbe beſitze und nur durch Salze geröthet werde, daß aber, ſo lange die Kohlenſäure im Blute vorhanden, die Salze nicht wirken können. Der Sauerſtoff ſoll nur dadurch zur Röthung des Bluts beitragen, daß er die Kohlenſäure verdrängt. Als Beweis führt Stevens an, daß ein Stück Blutkuchen in deſtillirtem Waſſer eine dunkle Farbe erhalte und von Salzen, aber nicht von Sauerſtoff wieder heller gefärbt werde. Müller [2]) wendet dagegen ein, daß in dieſem Falle das Venenblut unter der Luftpumpe und durch Waſſerſtoffgas hellroth werden müſſe, weil die Kohlenſäure entweiche; dies erfolge aber nicht, und deßhalb müſſe auch der Sauerſtoff, obgleich die Nothwendigkeit der Salze nicht geläugnet werden könne, zur Färbung mit beitragen. Gegen Müller hat neuerdings Squire [3]) die Sache Stevens' vertreten. Ich habe mich mit der Löſung dieſer Frage ebenfalls beſchäftigt und viele Verſuche angeſtellt, von denen ich hier nur die vorzüglichſten Reſultate mittheilen will. Die Verſuche über die Röthung des Bluts ſind in ſo fern neu, als ich überall außer mit geſchlagenem Blute auch mit der wäſſerigen Löſung des Blutrothes experimentirt habe. Da die Verſchiedenheiten der beiden Blutarten in den Löſungen ebenfalls bemerklich ſind, und die Veränderungen in der Farbe durch die Gasarten in denſelben viel raſcher vor ſich gehen als in ungemiſchtem Blute, und da ferner hier die Salze ſo viel als möglich ausgeſchloſſen werden können, ſo bietet dieſe Verſuchsweiſe viele Vortheile dar. Der größte beſteht aber darin, daß dieſe Löſungen mikroſkopiſch unterſucht werden können und ſomit zu gleicher Zeit Aufſchluß geben, ob die Farbenveränderung phyſikaliſch oder chemiſch hervorgebracht wird. Ich erinnere an das, was ich oben über den mikroſkopiſchen Unterſchied der beiden Löſungen geſagt habe. Die arterielle Löſung iſt ſchön hellroth und faſt durchſichtig, die venöſe dunkel und trübe. Zwiſchen einem verdünnten arteriellen Blute und einem eben ſo ſtark verdünnten, durch Schütteln hellroth gewordenen venöſen beſteht faſt gar kein Unterſchied. Jenes zeigt nur die Helligkeit der Färbung und die Durchſichtigkeit in etwas höherm Grade. Iſt jenes mit der Zeit

---

[1]) Observations on the healthy and diseased properties of the blood. London 1832.
[2]) Phyſiologie. 3te Aufl. Bd. I. S. 324.
[3]) Lancet. Vol. I. 1838. Nr. 18.

von selbst dunkel und trübe geworden, und werden beide dann durch Schütteln geröthet, so ist aller Unterschied verschwunden.

Um zunächst über die Frage, ob die Salze, selbst bei Vermehrung ihrer Menge, auch ohne Sauerstoff röthen können, Aufschluß zu erhalten, setzte ich zu dem mit Wasserstoff geschwängerten und unter Queckſilber abgesperrten Blute eine concentrirte Lösung von Salz, von Kochsalz, Salpeter, so wie auch von kohlensaurem Kali hinzu und fand, daß sich zwar die Farbe des Bluts änderte, aber nie arteriell ward. Sie blieb in demselben Farbenton, welchen das dunkle Blut besaß, ward zwar heller, aber nur schmutzig roth. Dasselbe war der Fall mit der Lösung des Blutrothes. Dieselbe färbte sich heller, aber nicht in dem Farbenton, wie eine mit Sauerstoff geschüttelte Lösung; sie ward nicht klar, wie dies durch den Einfluß des Sauerstoffs geschieht. Eben so konnte ich keine arterielle Färbung hervorbringen, wenn ich behutsam mit einer Pipette eine Salzlösung auf den Boden eines mit venösem Blute gefüllten Glases brachte und nun das Glas sorgfältig hin und her bewegte. Aehnlich wie bei dem Wasserstoffgas verhielt sich das Blut bei Kohlensäuregas. War das Blut vorher mit Salz stark geschwängert und ganz hellroth, so nahm es unter Kohlensäure eine schmutzig hellrothe Farbe an, die allmälig ganz dunkelroth ward. Also röthen zwar die Salze das Blut, allein sie sind nicht im Stande, ohne Anwesenheit von Sauerstoff die arterielle Färbung hervorzubringen. — Wenn nun nach Stevens unter der Luftpumpe die Salze dennoch das Blut röthen, so kommt dies unstreitig daher, daß in der verdünnten Luft immer noch Sauerstoff genug vorhanden ist, um mit Hülfe der Salze das Blut zu röthen. Es ist nämlich, wie dies noch weiter erörtert werden soll, nur äußerst wenig Sauerstoff nöthig, um bei Anwesenheit von Salzen diese Wirkung hervorzubringen. Selbst wenn man sehr stark mit Kohlensäure imprägnirtes Blut unter Kohlensäure absperrt und nur sehr wenige Blasen atmosphärischer Luft eindringen läßt, so nimmt die Oberfläche des Bluts sogleich eine arterielle Farbe an. Je mehr freilich das Kohlensäuregas an Menge das Volumen des Sauerstoffs in der Luft, mit welcher das Blut geschüttelt wird, übertrifft, desto schwieriger erfolgt die vollständige arterielle Röthung desselben. Die Kohlensäure färbt lange nicht so schnell das Blut dunkel, als der Sauerstoff es röthet. Es muß dieser also eine größere Verwandtschaft zu den Blutkörperchen haben als jene. — Wenn man nach sehr sorgfältiger Entfernung des Blutwassers eine verdünnte Lösung des venösen Blutroths mit destillirtem Wasser bereitet und diese dann mit der atmosphärischen Luft stark schüttelt, so wird dieselbe hell und klar. Es ist kaum denkbar, daß die unwägbare Menge von Salzen, welche noch im Blutkuchen aufgelöst waren, diese Wirkung hervorbringt. Daß ein Stück an der Oberfläche gerötheter Blutkuchen unter destillirtem Wasser dunkel wird und an der Luft, so lange es mit einer Schicht destillirtem Wasser bedeckt ist, sich nicht röthet, beweist nicht, daß die Salze zur Röthung nöthig sind, weil durch das Wasser der Sauerstoff nicht rasch zu den Blutkörperchen hindurchdringt. Späterhin entwickelt sich an der Oberfläche des Blutkuchens Kohlensäure, die den Einfluß des Sauerstoffes aufhebt. — Daß aber die Salze, wenn sie auch zur Röthung nicht absolut nothwendig sind, doch die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Farbe des Bluts wesentlich beschleunigen und befördern, unterliegt auf der andern Seite keinem Zweifel. Wo viel Kohlensäure und wenig Sauerstoff auf das Blut einwirken, in dem Verhältniß, daß das Blut sich entweder gar nicht oder nur höchst langsam beim Schütteln röthet, kann durch

Zusatz von Salzen die Wirkung des Sauerstoffs bald zur vorwaltenden gemacht werden. Eben so wird viel weniger Zeit erfordert, um eine gewisse Blutmenge durch Sauerstoff zu röthen, wenn man etwas Salz derselben zusetzt. Am kräftigsten wirkt in dieser Beziehung der Zusatz von kohlensaurem Alkali, viel kräftiger als der einer gleichen Menge andern Salzes. Viel auffallender noch als auf das geschlagene Blut ist die Wirkung der Salze bei der Röthung und Aufklärung einer dunklen Blutlösung. Es bewährt sich hier wie überall die Thatsache, daß, je mehr das Blut mit Wasser verdünnt ist, in desto kürzerer Zeit es gelingt, durch Schütteln mit atmosphärischer Luft dasselbe zu röthen. — Auch durch Zusatz von etwas Weingeist beschleunigt man die Röthung und Aufhellung der Lösung.

Bei der Röthung des Bluts durch Sauerstoff entweicht, wie oben gezeigt worden, auch aus dem nicht mit Kohlensäure geschwängerten Venenblute etwas Kohlensäure, die wahrscheinlich nicht in demselben als solche vorhanden war, sondern sich durch die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Blutkörperchen aus deren Kohlenstoff erst gebildet hatte. Daß Letzteres, wenn auch nicht die einzige Entstehungsweise der Kohlensäure, so doch die hauptsächlichste ist, läßt sich aus der großen Menge Kohlensäure beweisen, die man bei wiederholtem Schütteln mit Sauerstoff aus dem Blute erhält. In den oben erzählten Versuchen, in denen der Verlust des Sauerstoffs fast dem Volumen des Bluts gleichkam, ward das Blut eher dunkler als heller, verschluckte also den Sauerstoff nicht als solchen, sondern als Kohlensäure. Durch einmaliges starkes Schütteln eines mit Kohlensäure geschwängerten Bluts (Kalbsblut) mit Sauerstoff konnte ich, während das Blut sich arteriell röthete, ungefähr eine gegen $^{9}/_{100}$ des Blutvolumens betragende Menge Kohlensäure verdrängen, die jedoch bei der Ruhe sich wieder verminderte. Falls ich nicht schüttelte, war die Verdrängung unbeträchtlich. Durch eine concentrirte Salzlösung gelang es nur sehr wenig (6,4 %) zu verdrängen. Die Farbe ward grauroth. Durch Sauerstoff zugleich mit Salzen konnte ich in wiederholten Versuchen auffallenderweise weniger Kohlensäuregas aus dem mit demselben imprägnirten Blute austreiben als durch Sauerstoff allein; durch Gas und Salz in einem Parallelversuche $^{12}/_{34}$ und $^{18}/_{38}$, durch Sauerstoff allein $^{20}/_{34}$ des absorbirten Kohlensäuregases. — Aus diesen Versuchen folgt, außer den schon früher gezogenen Schlüssen, 1) daß der Sauerstoff das Blut arteriell röthen kann, selbst wenn noch viel Kohlensäure im Blute vorhanden ist, und daß 2) die Salze das Blut hell oder grauroth färben, ohne daß sie die Kohlensäure verdrängen. Dies Resultat scheint mir sehr wichtig zu sein. Da das Blut in den erwähnten Versuchen ganz mit Kohlensäuregas geschwängert war, und nur ein kleiner Theil derselben entwich, so blieb sie nicht bloß mit den Alkalien in Verbindung, sondern mußte auch noch zum Theil im Serum diffundirt sein und ward vermuthlich nur aus den sich durch den Sauerstoff röthenden Blutkörperchen verdrängt. Falls man nun bei der Röthung des venösen Bluts durch Sauerstoff keine Entwickelung von Kohlensäuregas wahrnimmt, so beweis't dies keineswegs, daß sich keines entwickelt, weil es unter Umständen, z. B. bei Anwesenheit von einfachkohlensaurem Alkali, von demselben absorbirt sein oder im Serum diffundirt bleiben kann. Letzteres geschieht namentlich dann, wenn mit dem Sauerstoffgas viel Kohlensäuregas verbunden ist. In diesem Falle wird man aber doch jedesmal eine Volumenverminderung des Gases bemerken.

Wenn man die Frage aufstellt, ob die vollständige Vertreibung der Kohlensäure aus dem venösen Blute ohne Hinzutritt des Sauerstoffs und

Vermehrung des Salzgehaltes daſſelbe ſchon zu röthen im Stande ſei, ſo iſt die Frage viel zu allgemein ausgedrückt, weil es kein Mittel giebt, alle auf drei verſchiedene Weiſen mit dem Blute verbundenen Kohlenſäure zu entfernen. Die Luftpumpe, welche die diffundirte Luft zuerſt austreibt, vermag auch das doppeltkohlenſaure Natron, falls ſolches vorhanden, zu zerſetzen; wie ſie auf die Blutkörperchen wirkt, wiſſen wir nicht. Alle neueren Forſcher haben bis auf Magnus jede Farbenveränderung des venöſen Bluts unter der Luftpumpe geläugnet. Nach ſehr ſtarkem Auspumpen bemerkte dieſer eine etwas hellere Färbung. Wahrſcheinlich iſt dieſe durch die Salze des Serums, namentlich durch das Alkali entſtanden und keine rein arterielle geweſen. Auch das anhaltend durch das Venenblut ſtreichende Waſſerſtoffgas färbte in den Verſuchen deſſelben Phyſikers daſſelbe allmälig etwas heller, während es viel Kohlenſäure fortführte. Auch hier ſteht Magnus allein, da alle anderen Beobachter dieſe Farbenveränderung läugnen. Uebrigens hat, wie oben bemerkt worden, bei dieſen Verſuchen überall eine Zerſetzung des Bluts ſtattgefunden, namentlich bei der Einwirkung des Waſſerſtoffgaſes. Wie dieſe Zerſetzung auf die Conſtitution des Farbeſtoffs wirkt, iſt aber noch unbekannt. — Der Weingeiſt verdrängt das Kohlenſäuregas aus der Blutrothlöſung, ohne die dunkele Farbe des Bluts zu verändern. Es bedarf aber nur geringer Bewegung des Gefäßes, ſo daß der Sauerſtoff mit der Flüſſigkeit in Berührung kommt, und mit großer Schnelligkeit verwandelt ſich die dunkele Flüſſigkeit in die helle. Die Leichtigkeit der Röthung hat ihren Grund in der Austreibung der Kohlenſäure durch den Weingeiſt. — Auch habe ich ſchon vorher erwähnt, daß kohlenſaures Alkali, mit einer Pipette in die unteren Schichten des Bluts gebracht, dort keine arterielle Färbung, wenn auch etwas Röthung, hervorbringt. — Somit ſcheint die bloße Austreibung der Kohlenſäure aus dem Blutwaſſer nicht das Blutroth in ein arterielles zu verändern.

Mit noch viel weniger Sicherheit kann die Frage beantwortet werden, ob die Austreibung des Sauerſtoffgaſes aus dem Blute die Farbe dunkel mache. Die Menge des im Blut diffundirten Sauerſtoffs iſt äußerſt gering; auch ſelbſt die mit den Blutkörperchen verbundene iſt im Verhältniß zur Kohlenſäure unbeträchtlich. Falls der Sauerſtoff aus dieſen unter der Luftpumpe entweicht, ſo kann dies nur ein kleiner Theil ſein, indem der andere ſich mit dem Kohlenſtoff der Blutkörperchen zur Kohlenſäure vereinigen wird. In dieſem Umſtande könnte wohl der Grund zu finden ſein, weßhalb nach Magnus das arterielle Blut unter der Luftpumpe etwas dunkler wird. — Zwar färben alle desoxydirenden Subſtanzen das Blut dunkel, allein wir können von dieſem Verhalten des Bluts bei der Beantwortung unſerer Frage gar keinen Gebrauch machen, weil die Farbenveränderung durch jene Subſtanzen mit einer ſolchen Zerſetzung des Blutroths verbunden iſt, welche die nachherige Röthung durch Sauerſtoff unmöglich macht. — Es giebt zwar viele Subſtanzen, welche das Blut dunkel färben, allein keine einzige bringt dieſelbe dunkele Färbung wie das Kohlenſäuregas hervor, eine Färbung, die dabei die Eigenthümlichkeit hat, durch Sauerſtoff ſogleich wieder zu verſchwinden. Allerdings verwandelt auch das reine Waſſerſtoffgas die arterielle Farbe in die venöſe; da aber gleichzeitig viel Kohlenſäure frei wird, ſo iſt es wahrſcheinlich, daß das Waſſerſtoffgas nur durch die Entwickelung von jener die genannte Eigenſchaft beſitzt. — Auch ohne Waſſerſtoffgas erfolgt die Bildung der Kohlenſäure im Blute und die Schwärzung der Farbe von ſelbſt, ſogar in dem mit Waſſerſtoffgas geſchüttelten und unter Sauerſtoffgas

abgesperrten Blute. In der Luft, welche über dem Blute gestanden, läßt sich die Kohlensäure nachweisen. In einem hermetisch verschlossenen Raume tritt das Dunkelwerden noch früher ein. Der untere Theil des Blutkuchens, welcher der entfernteste von der atmosphärischen Luft ist, wird deßhalb auch am frühesten dunkel. Sobald das spontan dunkel gefärbte Blut mit dem Sauerstoff geschüttelt wird, röthet es sich auch wieder arteriell.— Wäre noch ein Zweifel darüber übrig, daß die Schwärzung nur das Product der im Blute selbst gebildeten Kohlensäure sei, so könnte der Beweis dadurch geführt werden, daß sowohl ein Zusatz von Weingeist zu der hellrothen Lösung des Blutroths, die sonst noch früher als unverdünntes Blut sich verändert, so wie von einer ganz geringen Menge kohlensaurem Alkali, vor Allem durch Aetzammoniaklösung verzögert, selbst bis zur Fäulniß aufgehoben wird. Weingeist hindert hier nicht allein die Diffusion der Kohlensäure im Serum, wie er es sonst thut, indem eine mit Weingeist gemischte hellrothe Blutlösung sich wenig oder gar nicht durch Kohlensäuregas dunkel färben läßt, sondern auch deren Entstehung; die Alkalien dagegen saugen die entstehende auf. — Befördert wird das Dunkelwerden des Bluts sowohl durch die Verdünnung mit Wasser als, was sehr merkwürdig ist, auch durch die Beimischung von Neutral- und Mittelsalzen, salpetersauren, schwefelsauren und einigen Chlorsalzen, wie Kochsalz, so wie durch Zucker. Wenigstens wirken diese Zusätze alle in dieser Art auf die Blutrothlösung. Nicht alle beschleunigen das Dunkelwerden auch dann, wenn sie sehr concentrirt im Blute aufgelöst werden, wo sie die Blutkörperchen gewissermaaßen verhärten und für jede Umwandlung, selbst auch für die Lösung in Wasser, unempfänglicher machen. — Ist die Lösung binnen 8—12 Stunden oder noch später dunkel und trübe geworden, so gewinnt sie durch leichtes Schütteln mit der atmosphärischen Luft bald wieder eine helle Farbe und Durchsichtigkeit, wird darauf aber in kürzerer Zeit als vorher wiederum dunkel. Dieser Wechsel läßt sich oft eine Woche lang durchführen. Immer von Neuem entwickelt das Blutroth Kohlensäure. — Es giebt auch einige Salze, die, nachdem sie anfangs das Blut hellroth gefärbt haben, nachher nicht eine venöse Farbe, sondern eine mehr braune herbeiführen. Solche Salze sind die chlorsauren und Chlorammonium; auch selbst der Salpeter hat diese zersetzende Kraft; in je stärkerem Maaße er der Lösung beigemischt ist, in desto stärkerem verhindert er auch nachher die Röthung durch Sauerstoff. — Das Blutwasser für sich allein ist nicht im Stande, Sauerstoff in Kohlensäure zu verwandeln; nur die Blutkörperchen und die im geschlagenen Blute außerdem noch suspendirten Faserstoffschollen können die Vereinigung des Sauerstoffgases mit einem Theil ihres Kohlenstoffs bewirken. Die Blutkörperchen bedürfen zur Erzeugung des Kohlensäuregases nicht einmal neu hinzutretenden Sauerstoffs, geben diesen nebst den Kohlenstoff an das durchstreichende Wasserstoffgas ab. Ob Faserstoff und Eiweiß allein sich gegen Wasserstoff eben so verhalten, ist noch nicht erforscht worden; möglich wäre es daher, daß nicht bloß die Blutkörperchen, sondern auch jene Substanzen durch ihre Zersetzung an der Entwickelung des Kohlensäuregases durch Wasserstoffgas Theil hätten. Daß die faserstoffhaltige Grundlage der Blutkörperchen bei der Verdunkelung und Trübung der hellrothen, klaren Blutrothlösung sich verwandelt, läßt sich mikroskopisch nachweisen. — Die spontane Entwickelung der Kohlensäure im Blute ist keineswegs schon Fäulniß; sie ist nicht mit Bildung von Ammoniak verbunden. Zusatz von Ammoniak verhindert sogar das Dunkelwerden des Bluts, indem es die

Kohlensäure auffaugt. Außerdem verspätet das Verdünnen des Bluts mit Wasser die Fäulniß des Bluts, beschleunigt dagegen die Schwärzung desselben. Eben so wenig ist die Zersetzung durch Wasserstoff Fäulniß zu nennen.

Am Schlusse wollen wir noch auf die merkwürdige Rolle, welche die Salze bei der Umwandlung des dunkeln Blutes in helles und dieses in jenes spielen, einen Blick werfen. Was zunächst die der Neutralsalze (Kochsalz, Glaubersalz, Salpeter) mit Ausschluß der kohlensauren Alkalien anlangt, so lehrten mich bis jetzt die Versuche, in denen das Blut mit denselben versetzt wurde, daß 1) die Salze die Aufnahme von Kohlensäuregas durch das Blut eher vermehren als beschränken, 2) daß sie die Ausscheidung dieses Gases sowohl aus dem mit demselben geschwängerten, wie aus dem vorher mit Kohlensäure geschüttelten Blute unter Sauerstoffgas vermindern, und 3) daß sie, obgleich sie die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Blutkörperchen beschleunigen, im letzten Falle die Fähigkeit des Bluts, dies Gas zu absorbiren, schwächen. — Wenn wir also sehen, daß nach Zusatz von einem dieser Salze die dunkele Lösung des Blutroths sich in kürzerer Zeit als sonst bei Schütteln mit Sauerstoff hellroth färbt, und diese dann von selbst früher als eine nicht salzhaltige dunkel wird, so müssen wir uns dies so erklären: das Salz beschleunigt zwar die Verbindung der Blutkörperchen mit dem Sauerstoffgase, ohne jedoch die Aufnahme einer größern Menge von diesem zu befördern; vielmehr beschränkt es dieselbe. Der Sauerstoff, welcher in Verbindung mit den Blutkörperchen sich in Kohlensäure umwandelt, muß deßhalb, weil er in der salzhaltigen Lösung weniger vorhanden ist, in dieser eher verzehrt werden als in einer nicht salzhaltigen. Vielleicht wird übrigens auch der ganze Vorgang der Bildung der Kohlensäure beschleunigt. Wenn die Verbindung des Sauerstoffs mit den Blutkörperchen schon eine chemische ist, so muß die Beschleunigung des Anfangs dieses Vorgangs auch dessen frühere Vollendung herbeiführen. — Ganz anders wirken die kohlensauren Alkalien. Diese beschleunigen zwar auch die Röthung des Bluts, aber nur dadurch, daß sie die in den Blutkörperchen vorhandene, durch den Sauerstoff ausgetriebene Kohlensäure rasch auffaugen; und sie verzögern die entgegengesetzte Umwandlung des Bluts durch denselben Vorgang, indem sie die sich in den Blutkörperchen aus dem Sauerstoff und dem Kohlenstoff entwickelnde Kohlensäure so lange an sich ziehen, bis sie selbst mit derselben gesättigt sind. Wird dann das Blut wieder mit Sauerstoff geschüttelt, so geben sie wieder einen Theil der Kohlensäure an diesen ab und sind darauf von Neuem im Stande, die Röthung zu beschleunigen und die Schwärzung aufzuhalten. Auch selbst durch doppeltkohlensaures Natron, das der Lösung des Blutroths vor dem Schütteln mit atmosphärischer Luft hinzugefügt wird und einen Theil der Kohlensäure dabei abgiebt, läßt sich das Dunkelwerden um einige Zeit länger hinausschieben als bei nicht salzhaltiger, durch Schütteln gerötheter Lösung; doch ist diese Verzögerung in Vergleich mit der durch eben so viel kohlensaures Alkali erzielten höchst unbeträchtlich.

Daß das venöse Blut in den wenigen Secunden, die es in den Lungen verweilt, durch den Sauerstoff hellroth, und das arterielle binnen so wenig Zeit in dem allgemeinen Haargefäßsysteme durch die Kohlensäure dunkelroth gefärbt wird, kann uns nicht auffallen, wenn wir bedenken, welche Vorkehrung die Natur getroffen hat, um diese Umwandlung zu erleichtern, die Vertheilung des Bluts in unzählige kleine Haargefäße, durch die nur ein einziges Blutkörperchen hindurchtreten kann. Diese Einrichtung dient nicht dazu, daß auf

die Blutscheibchen unmittelbar das Gas wirke, sondern daß das Blutwasser so viel Oberfläche als möglich darbiete.

Durch die beschriebenen Versuche sind folgende Hauptresultate gewonnen:

a. Das Sauerstoffgas vermag das Blut auch ohne Anwesenheit der Salze zu röthen.

b. Durch die Entfernung des im Blute enthaltenen Kohlensäuregases (so weit dieselbe ausführbar ist) wird das Blut ohne Zutritt von Sauerstoffgas und bei seiner normalen Menge von Salzen nicht geröthet.

c. Die alkalinischen Salze röthen zwar, falls sie in vermehrter Menge dem Blute zugesetzt werden, dasselbe auch ohne Anwesenheit von Sauerstoffgas, ertheilen demselbem jedoch keineswegs die dem arteriellen Blute eigenthümliche Farbenschattirung.

d. Bei Vermehrung ihrer Menge beschleunigen und verstärken die alkalinischen Salze die Röthung des Bluts durch Sauerstoffgas.

e. Unter diesen beiden Verhältnissen röthen sie das Blut, sowohl wenn das Sauerstoffgas mit viel kohlensaurem vermischt ist, als auch wenn das Blut stark mit letzterm imprägnirt ist.

f. Auch ohne Vermehrung des Salzgehalts wird das mit Kohlensäuregas geschwängerte Blut nach und nach durch Sauerstoffgas geröthet, und zwar, ohne daß dabei viel von ersterm Gase verdrängt wird.

g. Die spontane Umwandlung des hellrothen Bluts in dunkeles (durch Entwickelung von Kohlensäuregas) wird durch einen gewissen Zusatz von alkalinischen, jedoch nicht kohlensauren Salzen beschleunigt.

h. Ferner beschränkt dieser Zusatz sowohl die Aufnahme des Kohlensäuregases als die des Sauerstoffgases, indem letzteres in geringerer Menge als sonst in Kohlensäure von dem Blute umgewandelt wird.

i. Zugleich vermindert er die Austreibung des Kohlensäuregases durch das Sauerstoffgas aus dem Blute.

k. Die kohlensauren Alkalien dagegen nebst dem Aetzammoniak befördern die Aufnahme des Kohlensäuregases und hindern die spontane Farbenumwandlung des hellrothen Bluts.

2) Die Erklärung der Farbenveränderung durch Sauerstoff, Salze und Kohlensäure bietet ungemein viel Schwierigkeiten dar, weil wir es hier mit einer Erscheinung zu thun haben, die halb physikalischen, halb chemischen Ursprungs ist. Die physikalische Seite derselben hervorzuheben, habe ich mich schon früher bemüht; auch J. Davy hat neuerdings derselben seine Aufmerksamkeit geschenkt. Ich habe gezeigt, daß alle Substanzen, welche die Form der Blutkörperchen und deren Neigung zur Verbindung verändern, auch die Farbe des Bluts mehr oder weniger umwandeln, daß es aber auch Verwandlungen der Farbe giebt, die nur eine höchst geringe, kaum sichtbare Formveränderung begleitet. Da Alles, was diese letztere erzeugt, auch einen chemischen Einfluß besitzt oder besitzen könnte, so läßt sich nicht entscheiden, ob die chemische Veränderung oder die physikalische die eigentliche oder hauptsächlichste Ursache der Farbenveränderung ist. Wir wissen nur so viel, daß alle Zusätze zum Blute, welche, wie Salze, Zucker, die Blutkörperchen runzeln, kerben, verbiegen und die Neigung zur Vereinigung vermindern, die Farbe heller machen, und diejenigen, welche, wie Alkalien, Säuren, Gummi, ein Aufquellen, ein Abrunden der Blutkörperchen erzeugen und die Neigung zur Vereinigung vermehren, eine dunklere Nüancirung der Farbe bewirken. Sauerstoff und Kohlensäure modificiren ebenfalls das physikalische Verhalten der Blutkörperchen, und zwar jener auf eine dem Zucker und den Salzen

mehr ähnliche Weise, diese ähnlich wie Gummi und schwache Alkalien. Gerade daß so verschiedene Stoffe, wie die Salze und das Sauerstoffgas, beide das Blut röthen (jedoch, was gewöhnlich übersehen wird, nicht genau auf dieselbe Weise), und daß die Wegführung des Sauerstoffgases aus dem Blute mittelst Wasserstoffgas die Farbe aus dem Hochrothen in das Dunkelrothe verändert, brachte selbst einige Chemiker zur Annahme, daß diese Farbenumwandlung nicht auf einer Veränderung der Zusammensetzung des Blutroths, sondern auf Verschiedenheiten in den physikalischen Verhältnissen, wie nach Denis u. A. in der Gerinnung des Eiweißes, beruhe. — So weit scheint man mit Annahme einer einzigen Ursache ausreichen zu können, falls nicht andere Thatsachen entgegenständen, welche die meisten Physiologen und Chemiker veranlassen, entweder ganz allein die chemische Erklärung zu adoptiren, oder dieselbe doch wenigstens mit in Anspruch zu nehmen. Das venöse und das arterielle Blut, jedes mit einer gleichen Menge Wasser gemischt, wodurch die Blutkörperchen kugelig und entfärbt werden, behalten noch einen Farbenunterschied. Dies beweis't nach Berzelius' Meinung, daß nicht bloß physikalische Verhältnisse, sondern eine chemische Verschiedenheit des Farbestoffes den Farbenunterschied bedingt. Die Chemiker sind auch jetzt fast alle dieser Ansicht zugethan, und einige halten, obgleich sie keinen chemischen Unterschied in dem Hämatin beider Blutarten finden können, die Modification des Eisens für die Ursache der Farbenverschiedenheit, indem sie durch die Kohlensäure das Eisenoxyd in kohlensaures oder das Eisen in Kohleneisen verwandeln lassen. Diese beiden Möglichkeiten giebt Mulder an. Arnold hatte schon früher die Hypothese aufgestellt, daß das Venenblut Eisenoxydul und das arterielle Eisenoxyd enthalte. Wie gewagt diese Hypothesen sind, wird man leicht erkennen, wenn man nur bedenkt, daß noch gar nicht nachgewiesen ist, ob die Farbe des Blutroths dem Eisen zuzuschreiben sei, und dies neuerdings sogar unwahrscheinlich geworden ist. Auch findet sich der Chemiker in Verlegenheit, wenn er die Wirkung der Salze erklären soll; es fehlt ihm hierzu an Material. Hünefeld hat hierüber neuerdings folgende Meinung geäußert: die Salze treiben das Blutroth aus den Blutkörperchen aus, so daß dasselbe von Natronalbuminat gefärbt werden kann. Davon habe ich mich überzeugt, die Salze wirken nur auf die frischen Blutkörperchen. Fängt die Zersetzung derselben an, so hört die Wirkung der Salze auf. Trocknet man Blut bei ganz gelinder Wärme ein, so daß die Auflösung des Bluts nachher leicht erfolgt, so haben die Salze ihre Wirkung auf das Blutroth verloren. — Weiteren Aufschluß über dieses schwierige Problem gaben nun meine mikroskopischen Untersuchungen der Lösung des Blutroths. Röthung der Lösung des Blutroths von Menschen oder Säugethieren durch Sauerstoffgas, durch dasselbe allein oder bei Anwesenheit von den diesen Vorgang befördernden Salzen oder Weingeist, ist stets mit Aufklärung derselben verbunden, und unter dem Mikroskop sind die ausgewaschenen Blutkörperchen unkenntlicher geworden; umgekehrt bei spontaner Schwärzung der Lösung, mit oder ohne Salzgehalt, bei der durch Kohlensäure und Wasserstoffgas, trübt sich dieselbe auch, und unter dem Mikroskop zeigen sich die sogenannten Hüllen der Blutkörperchen deutlicher, mehr getrübt. Ganz so wie die künstlich geröthete Lösung verhält sich die des arteriellen Bluts, und ganz so wie die durch Kohlensäure dunkel gewordene die des venösen. Was also bei der Einwirkung der Gasarten auf das unverdünnte Blut der Menschen und Säugethiere nur undeutlich (bei dem Blute der Vögel aber deutlicher) erkannt werden konnte, daß nämlich das

Sauerstoffgas die Blutkörperchen aufklärt und das Kohlensäuregas dieselben trübt, und daß beide Blutarten sich durch diesen verschiedenen Zustand der Blutkörperchen unterscheiden, dies zeigt sich hierdurch vollkommen bestätigt. Die Trübung der Lösung kann nur in der Trübung der farbestofflosen Blutkörperchen ihren Grund haben, denn außer diesen ist nichts Körperliches unter dem Mikroskop in der Lösung wahrnehmbar; und wäre das Medium ebenfalls trüber geworden, so würden die Blutkörperchen eher schwieriger als leichter zu erkennen sein. Wenn dieser Zusammenhang nun existirt, sollte man nicht geneigt sein, den Farbenunterschied der beiden Blutarten bloß für ein physikalisches Phänomen zu halten? Ehe wir jedoch zu dieser Ansicht uns bekennnen, ist noch eine Schwierigkeit zu beseitigen. Sie liegt in dem Umstande, daß auch die Salze das Blut ohne Sauerstoffgas zu röthen im Stande sind. Diese Röthung ist jedoch verschieden von der arteriellen Färbung, wie früher bemerkt worden; daher kann es uns auch nicht überraschen, daß die Blutkörperchen in der Lösung sich mikroskopisch von den durch Sauerstoff veränderten verschieden verhalten. Reibt man frisches Blut mit viel Kochsalz oder Salpeter zusammen, so daß die Farbe hellgrauroth in dem einen, und hellroth in dem andern Falle wird, und verdünnt dasselbe dann mit Wasser, so erhält man hellrothe, jedoch nicht arteriellrothe Lösungen, die nicht klar sind. Die Blutkörperchen sind durch das Salz eingeschrumpft, härter geworden und durch Wasser weniger veränderlich. Nur nach und nach durch wiederholtes Schütteln lösen sie sich, geben den noch eingeschlossenen Farbestoff ab und verschwinden als durchsichtige Körperchen. Dann klärt sich auch die Lösung auf. Hier haben wir also eine Röthung des Bluts ohne Aufhellung der Blutkörperchen, und es bleibt unentschieden, ob durch die beträchtliche Formveränderung der mit dem Salze geriebenen Blutkörperchen oder durch eine chemische Verbindung jener mit dem Blutroth diese von der arteriellen verschiedene Röthung zu erklären ist. Daß der Salpeter und noch mehr die chlorsauren Salze und Salmiak das Blut und wahrscheinlich das Blutroth chemisch verändern, indem sie selbst wahrscheinlich durch das Blutroth (ganz so wie auch durch das Eiweiß) zersetzt werden, sieht man aus der eigenthümlichen schmutzig dunkelen Farbe, die sie der Blutlösung ertheilen, und der Unfähigkeit derselben, sich durch Sauerstoff, selbst auch unter Mitwirkung des kohlensauren Alkalis, wieder zu röthen und aufzuhellen.— Ob der Sauerstoff und die Kohlensäure außerdem, daß sie den Zustand des farbestofflosen Blutkörperchens, der sogenannten Hülle, verändern, auch noch die Zusammensetzung des Blutroths modificiren und dadurch auch noch auf die Farbenveränderung des Bluts einwirken, kann bis jetzt weder bewiesen, noch geradezu geläugnet werden. Gelänge es, die Blutkörperchen aus der Lösung des Blutroths auszuscheiden, ohne auf dieses chemisch einzuwirken, so ließe sich dann nachweisen, ob das Blutroth sich noch durch jene Gase röthen und schwärzen lasse; allein es giebt kein Mittel dieser Art. Ich habe es mit einer großen Menge von mechanischen und chemischen Mitteln versucht, aber Alles war vergeblich. Man kann, um nur eines der letzten zu erwähnen, die Reste der Blutkörperchen durch essigsaures Blei sehr gut niederschlagen, aus dem Filtrat das überschüssige Blei durch Zusatz von kohlensaurem Alkali fällen und hat dann eine klare Lösung des Blutroths; aber diese reagirt nun nicht mehr auf Sauerstoff- und Kohlensäuregas; ob deßwegen, weil das essigsaure Blei die Verbindung des Globulins mit dem Hämatin zerstört hat, oder weil die Blutkörperchen fehlen, ist nicht erweisbar. Besäßen wir zweitens Mittel, durch welche man die Blutkörperchen aufklären könnte, ohne das

Blutroth zu zersetzen, so wäre aus der gleichzeitigen Aufklärung oder Trübung der Lösung der Beweis zu führen, ob die Durchsichtigkeit der Blutkörperchen auch die arterielle Färbung mit sich führt; allein Alkalien und Essigsäure, welche den Farbestoff durchscheinend machen, zersetzen beide das Blutroth. Die kohlensauren Alkalien bedürfen des Zutritts des Sauerstoffs, um die Lösung aufzuhellen; Essigsäure hellt anfangs auch ohne diesen dieselbe auf, bringt aber nach und nach eine Trübung hervor, welche durch das Schütteln mit Sauerstoff nicht zum Verschwinden gebracht werden kann. So viel bleibt auch ohne weiteren Beweis gewiß, daß die Hüllen der Blutkörperchen an der Verschiedenheit der Färbung mit Theil haben, weil sonst der Unterschied durch Zusatz von Wasser geringer und nicht deutlicher zum Vorschein kommen dürfte. — Der letzte Punkt, welcher nun noch Erledigung erheischt, ist die Frage: wodurch entsteht die Trübung der Blutkörperchen? Ich glaube, nicht durch Eindringen der Kohlensäure in dieselben, denn sie werden nie leichter als das Wasser und scheinen nicht aufzuschwellen, sondern entweder durch Annäherung der Moleküle, oder durch eine chemische Verbindung der Kohlensäure mit dem Faserstoff. Käsestoff wird durch Kohlensäure nicht getrübt, aber wohl das Hühnereiweiß. Es bilden sich Flocken und Häutchen in ihm. — Daß die Annäherung der Moleküle einer Zelle ohne chemische Umwandlung eine Farbenveränderung zu erzeugen vermöge, sehen wir an der von R. Wagner entdeckten Farbenumwandlung der Farbezellen bei den Cephalopoden. Bloß durch Contraction der Hüllen entsteht das interessante Farbenspiel, bei welchem die Zellen ihre Farbe von dem Rostfarbenen ins Schwarze, von dem Hochgelben ins Dunkelgelbe verändern. Dies Phänomen zeigt also, daß für die physikalische Erklärung der Farbenumwandlung des Bluts Analogieen zu finden sind.

2. Eigenschaften des Pfortaderbluts.

Weil man einsah, daß die genauere Kenntniß der Eigenschaften dieses Bluts, welches der Voraussetzung nach am meisten verschieden von dem übrigem Venenblut sein muß, von großem Werthe für die Lehre von der Gallenbereitung und Function des Darmkanals und der Milz sein würde, hat man in der neuesten Zeit auf die Untersuchung desselben viel Sorgfalt verwendet. Die ersten genauen Angaben über die äußeren Eigenschaften des Pfortaderbluts, von denen früher manches Falsche behauptet wurde, stammen von Heusinger [1]) her. Darauf unternahm Thackrah [2]) einige Analysen, die jedoch noch etwas roh ausfielen. Fast in derselben Zeit hatte sich Schultz [3]) genauer mit der Analyse dieses Bluts beschäftigt und interessante Resultate bekannt gemacht. Neuerdings verdanken wir auch dem unermüdlichen Simon [4]) drei Analysen dieses Bluts, von denen zwei sich an die Analysen des venösen und arteriellen Bluts derselben Pferde anschließen.

Das Pfortaderblut ist dunkler, brauner als anderes Venenblut, röthet sich nicht an der Luft, auch nicht durch Salze (Schultz), hat einen bitterlichen Geschmack (Haller), ist specifisch leichter als andres Venenblut, gerinnt rasch, aber unvollständig, indem die Placenta sich nur wenig zusammen-

---

[1]) Ueber den Bau und die Verrichtungen der Milz. Eisenach 1817. S. 29.
[2]) Inquiry. New Edition.
[3]) System der Circ. S. 139.
[4]) Journal für praktische Chemie und Froriep's Notizen a. a. O.

zieht, und das Gerinnsel nach Schultz später wieder zerfließt, falls es sich überhaupt gebildet hat. Sein Serum ist röthlich gefärbt (ob durch Suspension der Blutkörperchen, oder durch Auflösung des Blutroths, ist nicht erwiesen) und nach Thackrah von hohem, nach Schultz von geringem specifischem Gewichte. Auf dem Feuer gerinnt es nach demselben Beobachter nicht so schnell und nicht so vollständig als andres Serum. Dies ist meiner Meinung nach ein sehr wichtiger Umstand, weil er beweis't, daß sehr vieles freies Alkali, dessen Vorwalten im Milzblut schon Soemmerring anführt, in dem Pfortaderblut sich befinde. Da die natronreiche Galle aus dem Pfortaderblut gebildet wird, so war dies wohl zu vermuthen. Es giebt also das arterielle Blut im Magen und Darmkanal die Säure aus seinen Salzen ab und das Pfortaderblut das dort aufgenommene Alkali in der Leber. Nach Schultz ist die Neigung der Blutkörperchen sich zu senken im Pfortaderblut sehr groß. Die Fäulniß erfolgt spät.

Die chemischen Analysen, welche von Schultz und Simon am Pferdeblute, von Thackrah am Hundeblute angestellt sind, stimmen mit Ausnahme einer einzigen von Simon darin zuerst überein, daß das Pfortaderblut reicher an Wasser als gewöhnliches Venen- oder Arterienblut ist. Natürlich hängt der Wassergehalt davon ab, ob Flüssigkeiten in dem Darmkanale aufgenommen sind, und es ist sehr leicht erklärlich, daß da, wo längere Zeit vorher kein Getränk genossen, das Pfortaderblut dicker ist als andres Venenblut. Alle Beobachter schreiben jenem einen geringen Gehalt von Faserstoff zu. Nach Schultz enthält es ungefähr $^1/_3$ von dem der beiden anderen. Nach Thackrah soll der Cruor vermehrt, das Eiweiß vermindert, nach Schultz aber jener vermindert und dies vermehrt sein; Simon fand das eine Mal mehr Eiweiß und Globulin, das andre Mal weniger von beiden im Pfortaderblut als in den beiden anderen mit demselben verglichenen Blutarten desselben Thieres. Im ersten Falle war auch das Hämatin in größerer Menge vorhanden, im zweiten betrug es wenigstens im Verhältniß zu dem Globulin mehr als in dem Blute aus den Halsvenen. Aus demselben Grunde wie der Wassergehalt wird auch wohl der an Eiweiß und Blutroth manchem Wechsel unterworfen sein. Sehr reich ist das Pfortaderblut an Fett, was Schultz zuerst gezeigt hat. Statt 8,3 oder 9,2 erhielt er im Mittel 16,6, und zwar nicht weißes krystallinisches, sondern schwarzbraunes schmieriges, etwas bitteres Fett. Weniger beträchtlich ist die Differenz nach Simon, der überhaupt nicht so viel Fett im Pferdeblut fand als Schultz, in einem Versuche jedoch statt 1,856 im arteriellen und 2,29 im venösen 3,186 im Pfortaderblut. Schon Wienholt hat gefunden, daß dies Blut sehr viel Osmazom liefert; Simon fand in beiden Analysen, in einer jedoch nur unbeträchtlich, mehr Extractivstoff und Salze. Auch der Reichthum an Extractivstoff spricht für einen größern Gehalt an freiem oder kohlensaurem Alkali. Es ist Schade, daß die Menge des Gallenpigments auch nur annäherungsweise von Niemandem bestimmt ist.

Die hervorstechendsten chemischen Eigenthümlichkeiten des Pfortaderbluts sind demnach: 1) wenig Faserstoff, 2) viel flüssiges Fett, 3) viel Hämatin und also wahrscheinlich viel Eisen und 4) viel freies oder kohlensaures Alkali.

Von Simon [1]) besitzen wir auch zwei vergleichende Analysen des Pfortader- und Lebervenenbluts, aus denen das interessante Resultat folgt, daß letzteres viel reicher an Eiweiß und dadurch an festen Bestandtheilen

[1]) In Froriep's Notizen a. a. O.

überhaupt, so wie an Extractivstoffen und Salzen, aber ärmer an Blutkörperchen, sowohl an Globulin als an Hämatin und Fibrin, ist.

E. Entstehung des Bluts.

So lange der Fötus noch im Uterus verweilt, empfängt er sein Blut von dem mütterlichen Körper; er erhält jedoch nur die farblose Blutflüssigkeit, da keine unmittelbare Gefäßverbindung zwischen dem Fötal- und Uterinaltheil des Fruchtkuchens existirt. Nachdem er geboren, ist der Nahrungsschlauch der einzige Ort, in welchem aus sehr verschiedenen eingeführten vegetabilischen und animalischen Substanzen eine eiweißhaltige Flüssigkeit entsteht, welche dem Blute zum Ersatz dient. Anfangs ist diese Flüssigkeit, wenn sie als Chylus in die Milchgefäße tritt, dem Blute noch in mancher Hinsicht unähnlich, wird es aber schon weniger, während sie sich langsam durch die engen Kanäle und dann durch die Mesenterialdrüsen und den Milchbrustgang bewegt, aus welchem sie zuletzt in das Venensystem übergeht und sogleich im Herzen mit dem übrigen venösen Blute innig vermischt wird. Ein Theil der im Darmkanal bei der Verdauung aufgelöst ten Stoffe geht schon in den Darmwandungen unmittelbar in das Blut über und wird von der Pfortader durch die Leber der übrigen Blutmasse zugeführt. Eine zweite Quelle des Bluts ist die Lymphe, die aber selbst wieder aus dem Blute herrührt. Sie muß als der Ueberschuß der parenchymatösen Flüssigkeit, welche beim Embryo zwar Urflüssigkeit ist, späterhin aber aus dem Blute sich ausscheidet, also als der Rest der Blutflüssigkeit, welcher nicht zur Ernährung gebraucht worden, angesehen werden. Man hat zwei Arten derselben zu unterscheiden, diejenige, welche aus den meisten Theilen des Körpers, namentlich aus den Gliedmaßen zurückkehrt, und die, welche von besonderen, der Blutbereitung dienenden Drüsen: Milz, Thymus, Schilddrüse, Nebennieren, gebildet wird. Jene ist viel weniger ausgebildet als diese; jene ist nur das Nebenproduct bei der zur Ernährung und Belebung des Körpers nöthigen Zersetzung des arteriellen Bluts und muß erst mehr Lymphdrüsen passiren, ehe sie zur Aufnahme ins Blut geeignet ist; diese ist das Hauptproduct der Thätigkeit der genannten Organe. Entweder ergießt sich die Lymphe nun unmittelbar in das Blut, oder erst, nachdem sie sich mit dem Chylus vermischt hat. Das Letzte ist nur der Fall bei der Lymphe aus den unteren Gliedmaßen, den Geschlechtstheilen und Harnwerkzeugen, so wie bei der aus der Milz und den Nebennieren. Das von dem Körper nach Aufnahme der Lymphe und des Chylus, so wie des Inhaltes der Pfortader zu dem Herzen zurückkehrende, in den Capillargefäßen durch die Kohlensäure dunkel gewordene Blut wird in diesem kräftigen Compressionsorgane innig gemischt und wahrscheinlich auch in physikalischer und chemischer Hinsicht hier etwas umgewandelt. Es ist aber noch nicht im Stande, die Ernährung und Belebung des Körpers zu unterhalten, sondern muß dazu erst durch die Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung des Kohlensäuregases befähigt werden, daher es denn sogleich vom Herzen zur Lunge getrieben wird. Dies ist außer dem Darmkanale das einzige Organ, wo ein neuer Stoff zum Blute tritt, da die Aufnahme von Luft durch die Haut kaum in Anschlag gebracht werden kann. Die Menge des in den Lungen von dem Blute absorbirten Sauerstoffs beträgt mehr als die in der daselbst ausgeschiedenen Kohlensäure enthaltene. Durch die Einwirkung jenes Gases erfährt wahrschein-

lich das weiße, dem rothen so eben beigemischte Blut seine hauptsächlichste Umwandlung; jedoch geschieht dies nicht plötzlich, sondern nach und nach. Die Lunge bewerkstelligt zwar die Aufnahme des Sauerstoffs ins Blut, man darf sich aber die Einwirkung des Sauerstoffs auf das Blut nicht bloß in ihr vorstellen, sondern diese findet im ganzen Arteriensystem, so lange das Blut hellroth ist, statt. Zugleich mit der theils im Blute gebildeten, theils aus dem Parenchym der Organe aufgenommenen Kohlensäure befreit sich in der Lunge das Blut von dem Uebermaaß an Wasser. — Ehe das von dem Darmkanale zurückkehrende Venenblut mit dem übrigen dunkelrothen Blute zur Lunge tritt, hat es sich in der Leber von fremdartigen Stoffen gereinigt, deren Zurückhaltung dem Körper schädlich ist. Das Product dieser Reinigung ist die Galle. Keineswegs entsteht aber dies Secret bloß aus solchen Stoffen, die für den Organismus keinen weitern Werth haben und zur Aufnahme ins Blut untauglich sind; vielmehr wird der größte Theil der Galle wieder aus dem Chymus ins Blut aufgenommen; die Excremente enthalten nämlich nur Gallenfett, Gallenharz und Farbestoff. Da in dem Pfortaderblute noch mehr Bestandtheile der Galle als in dem Chylus wiedergefunden sind, in diesem nur Fett und mit Milchsäure verbundenes Natron, in jenem besonders Fett, Farbestoff und Natron (das Bilin oder das Picromel ist in keiner der beiden Flüssigkeiten anzutreffen; — sollten wohl die vielen Extractivstoffe des Pfortaderbluts aus dessen Umwandlung entstehen?), so scheinen diese der Galle angehörenden Stoffe zum Theil nicht in den großen Kreislauf zu gelangen, sondern nur zwischen Darmkanal und Leber in einem beständigen Kreise umhergeführt zu werden. Es ist übrigens die Galle nicht das einzige Secret, das wieder zur Blutbildung verwandt wird; auch Mund- und Bauchspeichel, Magen- und Darmsaft kehren wieder gänzlich oder größtentheils ins Blut zurück. Nur durch die eigentlichen blutreinigenden Absonderungen werden Stoffe unmittelbar aus dem Körper ausgeführt, nämlich Kohlensäure hauptsächlich aus Lunge und Haut, Milchsäure aus der Haut und den Nieren und der stickstoffreiche Harnstoff nebst der ihm verwandten Harnsäure aus den Nieren, außerdem eine gewisse Menge von Salzen aus den Nieren und zum Theil auch aus der Haut, endlich Wasser aus Lunge, Nieren und Haut. Diese festen Stoffe sind gerade solche, die nicht in den Ausscheidungsorganen, Lunge, Haut und Nieren, sondern überall, wo die Umwandlung des Bluts stattfindet, gebildet werden. Ob dies auch von den excrementiellen Bestandtheilen der Galle gilt, wissen wir nicht. Nieren, Haut und Leber dienen also der Hämatose sehr wesentlich, indem sie das Blut wieder zu seiner Reinheit und Vollendung verhelfen. — Fassen wir die chemischen Mittel zusammen, welchen wir den hauptsächlichsten Einfluß auf die Entstehung des Bluts aus dem Chymus und auf die Ausbildung des Chylus zum arteriellen Blute zuschreiben müssen, so sind es Sauerstoff, Natron und Wärme; namentlich kommen wir zu diesem Schluß, wenn wir die Bildung der Blutkörperchen näher verfolgen. Diese drei Einflüsse sind zugleich die vorzüglichsten Zersetzungsmittel der thierischen Substanz im lebenden Körper, welche durch sie in höhere Oxydationsstufen umgewandelt wird. Der Einfluß des Sauerstoffs auf die Blutbildung, dessen Folge die Entstehung von Kohlensäure ist, während welcher sich Wärme erzeugt, und die mit diesem Vorgange verbundene Bildung von Kügelchen haben Carus veranlaßt, auf eine sehr passende Weise die Hämatose mit der Fermentation zu vergleichen.

Nach diesem allgemeinen Ueberblick der Hämatose haben wir nun erstens

näher anzugeben, wie das Blut sich bei dem Fötus aus der Eiflüssigkeit und später aus dem Chylus und der Lymphe morphologisch entwickelt, und zweitens, wo und wie die chemischen Bestandtheile des Bluts sich bilden.

1) Ueber die Entstehungsweise der Blutkörperchen im Embryo sind die Beobachter nicht einig, weil es zu schwierig ist, den Anfang der Entwicklung derselben zu erkennen. Die wichtigsten Untersuchungen über diesen Gegenstand sind in der neuern Zeit von Baumgärtner, Schultz, Wagner, Valentin und Reichert angestellt worden. Nach Ersterm [1]) entstehen die Blutkörperchen der Embryonen der Amphibien und Fische aus Kügelchen des Dotters, sind runde, aus einer Menge kleiner Körperchen zusammengesetzte Kugeln. Darauf scheidet sich die Hülle vom Kern, indem aus der Peripherie die kleinen Körner verschwinden. Allmälig werden die Körperchen elliptisch und röthlich. Nach Schultz [2]) bilden im bebrüteten Hühnerei sich die Fettkügelchen des Dotters zu Kernen der Blutkörperchen, welche sich mit einer feinen Haut umgeben. Zuerst umschließt dieselbe den Kern eng, allmälig aber erweitert sie sich; darauf spitzt sich die runde Kugel an einem, nachher an beiden Enden zu. Zuletzt wird das Körperchen flach und röthet sich. Bei den Amphibien sollen sich Haufen von Dotterkügelchen vereinigen, sich mit einer Haut umgeben und so allmälig sich in Blutbläschen verwandeln. Müller, Valentin, Wagner, Carus und Reichert erklären sich aber gegen diese Entstehung der Blutkörperchen aus den Dotterkügelchen. Sie nehmen alle an, daß zwischen dem serösen und dem innern Blatte der Keimhaut diejenige Schicht liege, in welcher das Blut und die Gefäße sich entwickeln. Carus [3]) fand zwar die Blutkörperchen in den ersten Gefäßen der buso calamita den Dotterkugeln sehr ähnlich, er fügt aber hinzu, daß sie dieses Ursprungs deßhalb nicht sein können, weil das Gefäßsystem gegen die Dotterhöhle zu nicht offen sei. Nach Valentin [4]) sind die Blutkörperchen keine Zellen, sondern Kerne, welche Kernkörperchen einschließen. Um das zuerst vorhandene Kernkörperchen legen sich Körner an. Die Schale wird nachher homogen, der Kern bleibt. Die embryonellen Blutkörperchen sind wenig löslich im Wasser. Schwann [5]) weicht von Valentin darin ab, daß er die Blutkörperchen als Zellen betrachtet; der Kern entsteht auch nach ihm zuerst, und nachher bildet sich die Hülle aus, welche anfangs kugelig ist, später sich abplattet, und an deren innerer Fläche der Kern befestigt ist. Wagner [6]) drückt sich neuerdings mit großer Behutsamkeit über die Genese der Blutkörperchen aus. »Die in der Bildung begriffenen Blutkörperchen der Säugethiere und Vögelembryonen,« sagt er, »stellen rundliche, weiche, leicht unregelmäßige Formen bildende, schwach röthlich gefärbte Körper dar, in denen häufig ein deutlicher Kern schon von selbst sichtbar ist oder leicht sichtbar gemacht werden kann. Daneben findet man kleinere, runde, oft granulirte Kugeln. Diese scheinen die Nuclei der Blutkörperchen zu sein, welche sich allmälig durch Aggregation von Dotterelementen mit einer Hülle umgeben, der zukünftigen Schale oder Hülse der Blutkörperchen.« Er erwähnt also nicht seine frühere Ansicht [7]), nach welcher

---

[1]) Beobachtungen über die Nerven und das Blut. Freiburg 1830. S. 40, 80 und 88.
[2]) A. a. O. S. 29, 37 — 67.
[3]) System der Physiologie. B. II. S. 38.
[4]) In Wagner's Physiologie. B. I. S. 133.
[5]) Mikroskopische Untersuchungen über die Structur der Thiere und Pflanzen. S. 76.
[6]) Physiologie. B. I. S. 158.
[7]) Ebendaselbst. Heft I. S. 131.

jene zuerst vorhandenen Kugeln die primären Zellen des Gefäßblattes sind. Die Möglichkeit dieser Umwandlung ist indeß gar nicht bestreitbar. Auch nach Reichert [1]) unterscheiden sich die ersten Blutzellen gar nicht von den übrigen Zellen der Keimhaut: sie sind rund, mit deutlichem Kern von fein granulirtem Ansehn und mit Kernkörperchen. Sie entstehen eben so wie die übrigen Zellen durch Entwicklung einer ganzen Generation in den vorhandenen Keimhautzellen, und zwar auf Kosten des kugeligen Nahrungsinhalts. Die Kügelchen des letztern verwandeln sich hierbei nicht direct in die Kerne der Zellen, weder überhaupt noch in den künftigen Blutzellen; sie erhalten auch nicht eine Zellenmembran, sondern verschwinden erst und vereinigen sich dann wieder innerhalb der Mutterzellen zu der jungen Brut und zu Blutzellen; keineswegs entstehen diese aus den vorhandenen Dotterkügelchen, als den Blutkernen, durch Bildung einer Zellenmembran um dieselben. Auch ist das Blut nicht anfangs ein körnerloser Stoff, in dem die Blutzellen sich erst später bilden.

Diese Entstehungsgeschichte der Blutkörperchen in den Vögelembryonen nach Reichert ist der im Chylus und in der Lymphe nicht so unähnlich, wie es anfangs scheinen könnte. Man muß sich nur den Anfang des feinen Gefäßes, in welches der zähe Chylus eintritt, als Mutterzelle denken, in der sich die junge Brut aus deren Nahrungsinhalt bildet. Wäre der Kern das Primitive, so wäre die Abweichung von der Entstehung der Chyluskörperchen wesentlich. Aber auch nach meiner Beobachtung existiren so wenig wie im Chylus und in der Lymphe die Kerne im Embryo der Frösche und Nattern früher als die Hüllen. Der Kern bildet sich erst in dem granulirten Kügelchen durch Trennung von der durchsichtiger werdenden Peripherie.

Obgleich schon Schultz eine ausführliche höchst belehrende, wenn auch nicht in allen einzelnen Theilen ganz mit meiner Beobachtung übereinstimmende Entwicklungsgeschichte der Blutkörperchen aus den Chyluskörperchen gegeben hat, so können doch, wie jene im ausgewachsenen Körper entstehen, noch immer manche Physiologen sich nicht erklären. »Kein triftiger Grund«, sagt Hünefeld, »spricht für ihre Entstehung aus den Chylus- und Lymphkörperchen«; Mandl läugnet diese Entwicklungsweise durchaus. Wir wollen gern zugestehen, daß in Betreff der Blutkörperchen der Menschen und Säugethiere immer noch einzelne Dunkelheiten über diesen Theil der Lehre von der Hämatose ruhen; allein bei den Thieren mit elliptischen Blutkörperchen sind die Uebergangsstufen von den farblosen dem Blute beigemischten Kügelchen zu den vollendeten Blutscheibchen so vollständig, so lückenlos, daß es auch selbst bei einer noch geringern Anzahl von erläuternden, vergleichenden Beobachtungen bei den Säugethieren keinen Anstoß finden würde, einen ähnlichen Entwicklungsgang für die runden Blutscheibchen anzunehmen. Daß die Lymph- und Chyluskörperchen nicht schon als vollendete Blutscheibchen, wie Schultz, Arnold und Andere annehmen, sondern als farblose Kügelchen ins Blut treten, ist eben so erwiesen, als daß ihnen fast ganz ähnliche Körperchen im Blute sich stets vorfinden. Diese könnten vielleicht alle im Blute selbst erst gebildet sein; aber wo sollen jene bleiben, wenn sie nicht in Blutkörperchen verwandelt werden? Die Ansicht von Hewson, daß in der Milz die Werkstatt sei, aus welcher vollendete Blutkörperchen hervorgehen, ist nicht statthaft; denn da die Lymphe der Milz weiter nichts als gewöhnliche, noch wenig entwickelte Lymphkügelchen und einzelne, besonders

[1]) Das Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. Berlin 1840. S. 144.

bei dem Hungern zahlreichere, ganz vollständige Blutscheibchen enthält, aber durchaus keine Mittelstufen zwischen beiden, so muß man glauben, daß die Blutkörperchen nur auf dem Wege der Anastomose von den Capillargefäßen in die Lymphgefäße übergetreten sind. Auch enthält ja der Chylus schon vor dem Eintritt der Milzlymphe einzelne Blutkörperchen. Somit können nur im Blute die farblosen Körperchen zu rothen Scheibchen sich bilden. Und dies geschieht gewiß nicht auf einmal, sondern langsam. Die Zahl der farblosen Körperchen im Blute ist sehr groß, selbst nach dem Fasten; die Uebergangsformen sind dagegen selten zu nennen. — Als solche Uebergangsformen sehe ich nach meiner Beobachtung, die mit denen von Schultz nicht ganz, aber wohl mit denen von R. Wagner übereinstimmt, folgende an: 1) farblose, im Wasser unlösliche Kügelchen mit zerstreuten Körnern ohne Kern, 2) dieselben mit Kern, 3) linsenförmige Körperchen mit einem in kleinere leicht zerfallenden Kern, 4) platte mit einem schon zerfallenen Kern und andere mit einem mittlern Eindruck, 5) platte, etwas schwach geröthete, im Wasser sich nur langsam verändernde Körperchen, welche dann in gefärbte, biconcave, im Wasser zu farblosen Kugeln sich verwandelnde Scheibchen übergehen. — Die Uebergangsformen der elliptischen Blutkörperchen sind minder zahlreich, weil sie auf einer niedern Stufe der Ausbildung stehen bleiben. Es gehören zu ihnen: 1) gewöhnliche Lymphkörperchen, 2) eben solche mit einer blassen Hülle, die entweder rund, von allen Seiten gleichmäßig das Kügelchen einschließt, oder (wahrscheinlich später) in Form einer dicken Scheibe dasselbe umgiebt, 3) blasse elliptische, im Wasser sich noch wenig verändernde Körperchen mit einem kleinern Kern und einigen zerstreuten Körnern, welche Körperchen den Uebergang bilden zu den gefärbten elliptischen Scheibchen mit einem kleinen, meist elliptischen Kern, die im Wasser zu Linsen sich umwandeln. — Es bedarf nun keiner weitern Theorie der Entwicklung; die bloße Aneinanderreihung der Thatsachen giebt uns dieselbe von selbst. Der Kern der Blutkörperchen ist also bei den elliptischen Scheibchen der Rest des farblosen Kügelchens. Daß ersterer kleiner und länglich statt rund ist, schien einigen Physiologen ein Hinderniß für die Theorie der Bildung der Blutkörperchen darzubieten, welches andere dadurch zu beseitigen suchten, daß sie, wie Arnold, angeben, die Größe der Chylus- und Lymphkörperchen und der Kerne der Blutkörperchen sei ganz gleich. Mit größerm Rechte stützte man sich, wie Wagner that, auf die chemische Gleichheit beider. Hewson hatte zwar schon diese Gleichheit bei den Menschen anerkannt, aber doch auch die damit nicht vereinbare Meinung aufgestellt, daß der Kern der Blutkörperchen in der Thymus gebildet werde. Schultz und Wagner bewiesen eigentlich erst die Identität der Chylus- und Lymphkörperchen mit den Kernen der Blutkörperchen auf eine genügende Weise. — Indem das farblose Körperchen in einen Kern und in eine Hülle zerfällt, also aus einem bloßen Conglomerat von verschiedenen Partikelchen (Fett und einer Proteinverbindung) zu einer sogenannten Zelle sich verwandelt, erreicht es die erste Stufe seiner Ausbildung. Der Kern ist nur das noch übrig bleibende Material für die noch zu bildenden Bestandtheile des Blutkörperchens. Er muß sich vertheilen, damit er sich umbilden kann, oder er vertheilt sich, weil er sich umbildet. Bei den elliptischen Blutkörperchen ist seine Auflösung und Vertheilung nur unvollständig, kommt aber doch auch bei ihnen zu Stande, jedoch erst später, kurz vor der Auflösung der Körperchen. Es giebt unter ihnen immer einige kernlose; dies sind solche, die ihren Lebenslauf vollendet haben. Das numerische Verhältniß der farb-

losen Blutkörperchen zu den gefärbten, der kernhaltigen zu den kernlosen giebt uns vielleicht einen Maaßstab der Schnelligkeit, mit welcher der Stoffwechsel eines Thieres geschieht, und die Zahl der kernhaltigen Blutkörperchen hängt wahrscheinlich mit dem Wasser- und Salzgehalte des Blutwassers zusammen; denn es ist merkwürdig, daß sowohl die Vögel als Amphibien ein sehr wässeriges Serum, und dies nur in geringer Menge, besitzen. Weiter können wir aber den Unterschied in der Gestalt der Blutkörperchen bei den verschiedenen Thierarten nicht erklären, gerade so wenig, wie wir dies in Bezug auf die äußere Form des ganzen Thieres vermögen. Eher läßt sich eine Hypothese über die Ursache der Abflachung der Blutkörperchen und Kugeln zu Scheibchen aufstellen. Entweder ist hieran die Form der Capillargefäße Schuld, wie Schultz daraus schließen zu dürfen glaubt, daß sich die Kügelchen erst abflachen, wenn die Gefäße enger werden, oder der Verlust des Inhalts, welchen das Kügelchen bei seiner Umwandlung erfährt. Dieser Verlust ist, wie die Vergleichung der Chylus- und Lymphkörperchen mit den durch Salz ohne Stoffabgabe zu Kügelchen umgebildeten Blutkörperchen zeigt, um so größer, je höher der Organismus in seiner Entwicklung steht, bei Menschen nämlich am größten, bei Amphibien und Fischen am geringsten. Ich habe darüber früher genaue Berechnungen angestellt. Indem nun durch Exosmose der flüssig gewordene Inhalt der Zelle verschwindet, muß die Kugel sich abflachen. Diese Ansicht, welche schon Schwann[1]) ausgesprochen, ist nicht unwahrscheinlich, und selbst das Einsinken der Kugel in der Mitte steht mit ihr in Uebereinstimmung. Es wäre dann dieser Vorgang ein ähnlicher wie der, durch welchen die kugeligen jungen Erbsen beim Kochen ganz die Gestalt eines biconcaven Blutscheibchens annehmen, nämlich von beiden Seiten flach werden.

2) Die festen Bestandtheile des Bluts sind mit Ausnahme der kleinen Menge gelben Farbestoffs, des Hämatins, Fetts und der Salze, alles Modificationen des Proteins. Es ist eine nicht unwichtige Frage, ob alles Protein als solches schon in den Darmkanal gelange, oder auch aus einem andern Stoffe in demselben gebildet werden könne. Die Fleischnahrung besteht fast gänzlich aus Protein; in den Pflanzenstoffen kannte man schon lange eine Menge stickstoffhaltiger Substanzen, deren Zusammensetzung jedoch, mit Ausnahme des Pflanzeneiweißes, nicht näher untersucht war, und es also zweifelhaft blieb, ob sie den Proteinverbindungen ähnlich seien. Liebig hat das Verdienst, neuerdings[2]) nachgewiesen zu haben, daß die Pflanzen eben so gut wie das Blut die drei bekannten Proteinverbindungen: Eiweiß, Faserstoff und Käsestoff enthalten, daß in allen diesen dasselbe Verhältniß des Kohlenstoffs zum Stickstoff existirt. Somit ist zwar durchaus nicht die Nothwendigkeit vorhanden, daß der thierische Körper die Fähigkeit besitze, diese Stoffe erst zu erzeugen, da er sie alle schon aus der Pflanzenwelt erhält; die Möglichkeit aber, daß doch auch aus nicht stickstoffhaltigen oder nicht aus Protein zusammengesetzten Pflanzenstoffen im Nahrungsschlauche Protein sich bilde, ist damit noch nicht widerlegt. Es könnte immer noch Jemand sagen, daß, so wie sich alles Niedere immer in der höhern Organisation wiederhole, auch die Bildung des Proteins im thierischen Körper stattfinden könne. Freilich bedingt die Fütterung eines Thieres mit stickstofflosen Nahrungsmitteln den Tod, aber es

---

[1]) A. a. O. S. 216.
[2]) Annalen der Chemie und Pharmacie. B. XXXIX. S. 129 u. ff.

ſterben nach Magendie's Erfahrungen eben ſo gut auch die bloß mit einer einzigen Art ſtickſtoffhaltiger Nahrung (Faſerſtoff, Eiweiß, Gallerte) gefütterten Thiere. Außerdem könnte man gegen die Beweiskraft jener Verſuche einwenden, dieſelben ſeien nicht mit der Umſicht angeſtellt, wie ein ſolcher Zweck erfordere, und es genüge nicht, den Thieren Zucker, Stärke und Fett zu geben, um ſie zu ernähren; man müſſe auch die unorganiſchen Beſtandtheile des Bluts, Salze und Eiſen, und namentlich die zur Conſtitution des Proteins gehörenden, Phosphor und Schwefel, nebſt dem Kalke denſelben darreichen. Ich bin ſeit mehren Monaten mit einer Reihe von Verſuchen über den Einfluß der Nahrung auf die Wärme und die Ernährung der Thiere beſchäftigt, in denen dieſe Anforderungen erfüllt werden. Unter anderen Reſultaten, die ſich aus denſelben bis jetzt ergeben haben, erwähne ich nur, daß ein Huhn, wenn ich es zehn Tage lang mit Fett, Stärke und Zucker, wozu etwas Kochſalz, Knochenerde, Schwefel und Eiſen hinzugefügt war, fütterte, und daſſelbe davon 5½ Loth täglich zu ſich nahm (nicht immer hat man das Glück, ſo folgſame Thiere zu erhalten!), obgleich es wenig an Kräften einbüßte, doch faſt gerade ſo viel an Gewicht verlor, als ob es während der ganzen Zeit keine feſte Nahrung zu ſich genommen hätte. Dies ſcheint dafür zu ſprechen, daß ſich kein Protein aus jenen Subſtanzen bildet. So intereſſant es auch iſt, daß die Pflanzen das Protein ſchon in allen drei Verbindungen enthalten, ſo folgt daraus noch keineswegs, wie im Einzelnen noch nachher gezeigt werden ſoll, daß diejenigen Proteinverbindungen, welche wir im Blute antreffen, nun gerade auch als ſolche ſchon in den Pflanzen vorhanden geweſen ſind; denn im Magen und Darmkanale werden dieſelben durch Säure und Alkali aufgelöſ't und verlieren dadurch wahrſcheinlich gänzlich ihre Eigenthümlichkeiten. Anders verhielte ſich die Sache, wenn die Auflöſung derſelben durch Salze geſchähe, die den Unterſchied zwiſchen Faſerſtoff und Eiweiß nicht aufheben.

Das Eiweiß kommt aus dem Chylus und aus der Lymphe, in welche es aus dem Blute übergegangen iſt. Fälſchlich hat man daraus, daß der Chylus beim Hungern reicher an Eiweiß iſt, geſchloſſen, daſſelbe werde erſt aus dem Blute ihm beigemiſcht. Dies Mehr an Eiweiß iſt nur relativ zum Waſſer. Das Eiweiß im Chylus iſt nicht ganz gleich dem des Bluts, es iſt dem Käſeſtoff ähnlicher. Nach Maaßgabe der Nahrhaftigkeit der Speiſen ſteigt der Eiweißgehalt des Blutwaſſers, aber nicht der des ganzen Bluts; vielmehr hat man dieſen nach mehrtägigem Hungern zunehmen geſehen. Dies kommt daher, daß die Blutkörperchen zerfallen, und ihre Reſte mit dem Eiweiß zugleich bei der Analyſe erhalten werden. Man hat aus der Menge des Fettes im Chylus, welches als ſolches nicht wieder ausgeſchieden wird, und aus der beim Faſten erfolgenden Abſorption des im Körper abgelagerten geſchloſſen, daß ſich auch bei dem Athmen aus dieſem Stoffe Eiweiß bilde, indem entweder Sauerſtoff und Stickſtoff zu dem Fette hinzutreten, oder Kohlenſäure und Waſſer von demſelben abgegeben werden. Indeſſen ſcheint Fett als Nahrungsmittel, wie geſagt, kein Eiweiß zu bilden.

Auch der Faſerſtoff iſt ſchon in der Lymphe und im Chylus vorhanden, ſobald letzterer aus den Wandungen des Darmkanals heraustritt, wird dieſem alſo aus dem Blute nicht erſt beigemiſcht. Seine Menge wächſt im Chylus relativ zu dem Eiweiß und dem Waſſer nach einigen Beobachtungen, denen jedoch die von Schultz widerſprechen [1]), durch das Hungern, nimmt

[1]) A. a. O. S. 70.

aber dabei im Blute ab, fehlt sogar in demselben nach Mulder gänzlich bei ausgehungerten Fröschen. Aus dem Blute tritt er wahrscheinlich in demselben Verhältniß, wie er im Plasma zu dem Eiweiß steht, mit diesem in die Lymphgefäße über, daher er denn bei ausgehungerten Fröschen auch in der Lymphe fehlt. Das Pfortaderblut ist arm an Faserstoff; durch seinen Eintritt ins Blut wird daher der Faserstoffgehalt des übrigen Bluts keineswegs vermehrt. Da dieser sich unmittelbar aus dem Chymus bildet, so fragt es sich, ob der Gehalt der Nahrungsmittel an Faserstoff mit seiner Entstehung in einem Zusammenhange stehe. Das Blut der Pflanzenfresser enthält viel mehr Faserstoff als das der Fleischfresser; zugleich ist derselbe fester, also vollendeter. Nach Prout soll Fleischnahrung seine Menge vermehren. Ich kann nicht sagen, daß ich dies bei Menschen hätte bestätigt gefunden, wohl aber im Ganzen bei Hunden, die abwechselnd mit Fleisch, und dann mit Brod und Kartoffeln gefüttert wurden. Auch ist er sehr reichlich im Blute der Kälber vorhanden, die gar keinen Faserstoff, weder annimalischen noch vegetabilischen, zu sich nehmen. So wenig man auch aus der Quantität eines Stoffs im Blute auf die Menge, in welcher derselbe gebildet wird, mit Sicherheit schließen kann, weil man den Verbrauch des Stoffs nicht zu berechnen vermag, und der Schluß um so trügerischer ist, je verschiedener die lebenden Wesen, welche man mit einander vergleicht, unter einander sind, so ist es doch wahrscheinlich, daß die Menge, in welcher der Faserstoff gebildet wird, nicht von dem Gehalte desselben in der Nahrung abhängt. Der thierische Körper muß die Fähigkeit besitzen, durch Metastase aus einer jeden andern Proteinverbindung das Fibrin zu bilden, und es wäre höchstens nur zu entscheiden, aus welcher dies am leichtesten geschehe. Die Umwandlung eines Theils des durch die Galle gelöst'en Proteins geschieht schon in den Milchgefäßen; daß sie auch noch in dem Blute vor sich gehen könne, dafür scheinen mehre Gründe zu sprechen. Es giebt Zustände, in denen der Faserstoffgehalt sich auffallend rasch vermehrt, selbst dann, wenn keine Nahrung genossen wird. So in den entzündlichen Krankheiten, in der Schwindsucht, selbst bei dem Hungern, nach Aderlässen. Nach Magendie findet sich in dem defibrinirten und wieder eingespritzten Blute später mehr Faserstoff als vorher (was ich jedoch nicht bestätigt fand). Ferner gehört folgender Versuch hierher. Ich unterband einem Hunde die Aorta und ließ nun zwei Stunden lang geröthetes geschlagenes Ochsenblut, das in einem hohen, unten mit einem Tubulus versehenen Glascylinder sich befand, durch die beiden Gliedmaßen strömen. Aus der geöffneten Schenkelvene floß das Blut wieder heraus, und so lange es floß, zeigte es sich dunkel und gerinnbar, enthielt also Faserstoff. Woher kam derselbe? Seine Menge betrug mehr, als daß man annehmen könnte, er verdanke nur der Beimischung des noch nach der Unterbindung der Arterie in den Venen stockenden Bluts seinen Ursprung; entweder war er neu gebildet, oder aus den festen Theilen aufgenommen. Dieselbe Alternative gilt auch für die so eben genannten krankhaften Zustände. Die Aufnahme aus den festen Theilen könnte sowohl durch Entziehung der parenchymatösen faserstoffhaltigen Flüssigkeit, als durch Auflösung eines Theils des schon in die Bildung der Muskeln der anderen Theile eingegangenen Faserstoffs geschehen. Jene Flüssigkeit ist indessen nicht sehr faserstoffhaltig und könnte nur bei Blutmangel, nicht aber bei Blutreichthum in vermehrter Menge aufgesogen werden; aber auch bei diesem kommen entzündliche Ausschwitzungen vor; und in chronischen Krankheiten könnte die anhaltende Vermehrung des Faserstoffgehaltes doch unmöglich von der Aufnahme jener Flüssigkeit ins Blut her-

rühren. Die Auflösung des fest gewordenen Faserstoffs dagegen muß sehr beschränkt sein, da gerade die faserstoffigen Gebilde einen trägen Stoffwechsel zeigen, und die Auflösung des in der Entzündung geronnenen Faserstoffs sehr langsam von Statten geht. Mandl meint, auch der Mangel der Abmagerung in Entzündungen liefere den Beweis, daß der Faserstoff kein absorbirter, sondern ein neu entstandener sei. Nehmen wir nun an, wie wir dazu Recht zu haben glauben, es könne sich auch noch in dem Gefäßsystem des rothen Bluts Faserstoff bilden, so gerathen wir in noch größere Verlegenheit, wenn wir nun bestimmen sollen, aus welcher Proteinverbindung und in welchem Organe der Faserstoff entstehe. Mit dem Eiweiß ist der Faserstoff durch den Phosphorgehalt näher verwandt als mit dem Casein, in dem Verhältniß der übrigen Elementarstoffe steht er dem einen Stoffe so nahe wie dem andern. Daß die Pflanzenstoffe, namentlich die Samen der Cerealien, sehr reich an Käsestoff (Pflanzenleim) sind, und das Blut der sich von denselben nährenden Thiere sehr viel Faserstoff enthält, und daß das der Kälber, welche das Protein nur in der Form des Käsestoffs zu sich nehmen, ein gleiches Verhalten zeigt, muß uns darauf aufmerksam machen, ob nicht vielleicht der Faserstoff aus dem Casein sich vorzugsweise bilde. Dazu kommt noch erstens, daß das Eiweiß des Chylus käsestoffartig ist, und zweitens, daß bei dem Hungern und nach den Blutverlusten, wo die aus einer Art Käsestoff bestehenden Blutkörperchen zerfallen, die Menge des Faserstoffs sich vermehrt. (Ueber das Verhältniß der Blutkörperchen zum Faserstoff hat man noch immer unrichtige Begriffe, indem die Menge des einen Blutbestandtheils auch die Menge des andern bedingen solle. Ich habe aber bei sehr schwerem Blute immer wenig Faserstoff und bei leichtem, z. B. bei dem der Schwangeren, meist sehr viel gefunden.) Sollte sich in diesen Fällen, so wie bei den Schwangeren, in deren Blute regelmäßig die Menge der rothen Blutkörperchen vermindert, die des Faserstoffs aber vermehrt ist, nicht vielleicht aus dem Käsestoff wegen Mangel des Hämatins Faserstoff statt Globulin bilden? — Gewöhnlich läßt man den Faserstoff in der Lunge entstehen, und falls der Faserstoff aus dem Eiweiß entstände, hätte man wegen des etwas größern Gehalts an Sauerstoff und geringern an Kohlenstoff im Faserstoff auch Recht dazu; allein Vermehrung des Faserstoffgehalts findet sich am ehesten bei Störung des Athemholens (in der Lungenentzündung am stärksten, dann in der Schwindsucht). Die fleischfressenden Thiere verzehren durch das Athmen bekanntlich verhältnißmäßig mehr Sauerstoff als die pflanzenfressenden und haben doch weniger Faserstoff im Blute; und bei Pferden findet sich fast immer dunkeles Blut mit einer vermehrten Faserstoffmenge zusammen. Indessen sind dies alles Einwürfe, die erst in Folge einer Hypothese ihre eigentliche Beweiskraft erlangen; es wird nämlich dabei die vermehrte Faserstoffmenge als das Resultat einer vermehrten Bildung desselben angesehen, wahrscheinlich mit vollem Recht; aber möglich wäre es doch, daß auch die beschränkte Bildung der Blutkörperchen und die gehemmte Ablagerung des Faserstoffs jenes Verhältniß herbeiführten. Es ist übrigens keine neue Behauptung, daß sich die Blutkörperchen auflösen und in Faserstoff übergehen können. Der ältern unrichtigen Ansichten Home's und Bauer's, daß der Faserstoff ein Theil der Blutkörperchen sei, nicht zu gedenken, nimmt Schultz [1]) schon an, daß sie durch das Athmen in Plasma, also auch in Faserstoff, der von Eiweiß nach seiner Meinung nicht getrennt ist, verwandelt werden. Auch Hünefeld [2]) läßt

[1]) A. a. O. S. 115. [2]) A. a. O. S. 155.

den Faserstoff aus dem Blutroth sich bilden, und Simon erklärt die Zunahme des Faserstoffs in der Entzündung aus den im Blute aufgelöst'en Kernen der zerfallenen Blutkörperchen. Da, je höher hinauf in dem Speisesaftgang, desto weniger sogenanntes Osmazom nebst Speichelstoff, aber desto mehr Faserstoff sich vorfindet, und im jugendlichen Körper jene Stoffe im Verhältniß zum Faserstoff vorwalten, so könnte auch noch eine andere Hypothese der Entstehung des Faserstoffs aufgestellt werden, wenn damit etwas gedient wäre.

Die farblosen Kügelchen, aus denen die Blutkörperchen sich entwickeln, kommen, wie vorher gezeigt worden, aus dem Chylus und der Lymphe und erzeugen sich auch wohl noch im Blute. Im Chymus sind sie noch nicht vorhanden. Da sie aus einer Substanz, die dem Casein noch ähnlicher ist als dem Eiweiß, bestehen, so bilden sie sich vielleicht eher aus genossenem Käsestoff als aus Eiweiß; dafür spricht, daß die Menge des Globulins im Blute des Kalbes nach Simon die beim Ochsen übertrifft. Eine große Menge des auch in dem Käsestoff reichlich vorhandenen phosphorsauren Kalkes ist zu ihrer Bildung erforderlich. Daß sie viel Phosphor enthalten, der dem Casein abgeht, steht dieser Ansicht nicht im Wege, weil derselbe mit Fett vereinigt, nur mechanisch von ihnen eingeschlossen wird. Bildeten sie sich aus dem Eiweiß, so müßte der Phosphor desselben sich während der Ausbildung der Blutkörperchen von dem Eiweiß trennen und sich mit dem Fette verbinden. Die Beobachtung von Ascherson und Simon, daß das Fett Eiweiß niederschlägt, verdient bei der Frage: weßhalb präcipitirt sich um das (natürlich noch nicht verseifte) Fettpartikelchen des Chylus das in demselben aufgelöst'e käsestoffartige Eiweiß? um so weniger übersehen zu werden, da der Sauerstoff, der sonst Faserstoff zum Gerinnen bringt und die Coagulation des Käsestoffs begünstigt, auf den Chylus wenig einwirken kann. Gänzlich fehlt jedoch hier dessen Einfluß nicht, weil sehr viel Blutgefäße zu den Mesenterialdrüsen treten, die von denselben zurückkehrend der Pfortader sehr dunkeles Blut zuführen. Daß auch der Sauerstoff in den Lungen und Arterien die Zahl der blassen Kügelchen vermehrt, ist deßhalb wahrscheinlich, weil Prévost und Dumas fanden, daß, je mehr Pulsschläge ein Thier hat, desto mehr die Menge des Cruors die des Serums übertrifft; die Zahl der Pulsschläge und die der Athemzüge stehen aber mit einander in einem directen Verhältniß. Bei gehemmtem Athmen nimmt auch regelmäßig die Menge des Cruors und also auch des Globulins ab. In Betreff der Einwirkung des phosphorhaltigen Fetts auf die Blutbildung muß ich noch erwähnen, daß erstens bei denjenigen Thieren, wo von diesem auffallend viel im Blute sich findet, wie bei Schweinen und Vögeln, auch die Menge der Blutkörperchen sehr beträchtlich ist (immer aber doch noch viel zu wenig im Verhältniß zu dem Phosphor), und daß durch den Gebrauch eines phosphorhaltigen Oels das Blut der Hunde ein außerordentlich hohes specifisches Gewicht annimmt. — Die Chyluskörperchen sind noch nicht geröthet; die Röthe des Chylus hat nur in der Beimischung von Blutkörperchen ihren Grund; es muß also während der Circulation in den Blutgefäßen erst der Farbestoff entstehen, sei es durch Einwirkung gewisser Organe und gewisser Beimischungen zum Blute, oder, wie Müller annimmt, durch ihre allen Zellen eigenthümliche umwandelnde (metabolische) Kraft. Nach Hewson sollte die Milz der Ort sein, in welchem die Blutkörperchen sich röthen; allein man kann dies Organ exstirpiren, und das Blut wird so roth wie zuvor. Nach der neuern Meinung sind es die Lungen, also der Sauerstoff; aber wie Müller, auf

v. Baer's Beobachtung fußend, treffend bemerkt, auch im Ei der Säugethiere, ehe es angeheftet ist, röthen sich die Blutkörperchen. Warum, kann man ferner hinzufügen, enthält das Arterienblut weniger Hämatin als das Venenblut, wenn dieser Stoff durch den Sauerstoff gebildet wird? — Leider haben wir nur wenige quantitative Analysen des Bluts, worin das Hämatin berechnet ist; die Intensität der Farbe giebt aber doch ungefähr die Menge desselben an. Und diese stimmt durchaus nicht mit der Intensität des Athmens überein. Man sollte vielmehr vermuthen, daß ein so kohlenstoffreicher Stoff in den Lungen eher zersetzt, als gebildet würde. Ich möchte deßhalb viel eher den Ort, wo Sauerstoff und etwas Wasserstoff vom Blute abgegeben werden, wo Kohlenstoff und Stickstoff das Uebergewicht erhalten, als die Bildungsstätte des Hämatins ansehen. Doch sind alle Muthmaßungen so lange ohne Werth, bis wir wissen, durch Veränderung welches Stoffes dasselbe entsteht. Das Wahrscheinlichste ist, daß sich das im Chyluskörperchen eingeschlossene Fett mit etwas Protein verbindet, und daß das Eisen in diese Verbindung aufgenommen wird. Das in dem Kern der farblosen Kügelchen eingeschlossene Fett vermindert sich nämlich in dem Maaße, wie der Farbestoff sich vermehrt. Es ist aber leider vergebens, durch Addition der Atome des Fettes und des Proteins mit Abzug einer gewissen Menge Kohlensäure oder Wasser die Zusammensetzung des Hämatins zu berechnen; immer steht der große Stickstoffgehalt dieser Substanz im Wege. Wäre der gelbe Farbestoff der Helle, das Biliverdin, stickstoffreich, so läge es sehr nahe anzunehmen, daß sich das Hämatin in der Leber bilde und mit den Blutkörperchen verbinde, zumal da das Eisen in der Leber sich ausscheidet, also im Serum aufgelöst sein muß und folglich leicht mit den Blutkörperchen sich vereinigen könnte. Die Zusammensetzung der Extractivstoffe ist auch noch unbekannt; erst nach ihrer Untersuchung wird es sich zeigen, ob die Hypothese Hünefeld's, daß das Hämatin aus einer Verbindung des Eisens mit einem stickstoffhaltigen Extractivstoffe bestehe, richtig sei. In diesem Augenblick sind wir über die Entstehung des Hämatins noch sehr im Dunkeln. — Das Eisen des Cruors liefert sowohl die Pflanzenkost (denn keine einzige Pflanze fand Hünefeld[1]) ohne Eisen und ohne etwas Mangan), als die Fleischkost, in die es aus der Pflanzenwelt übergegangen. Das Eisen wird wahrscheinlich von dem Alkali der Galle aufgelöst, zum Theil durch den Chylus, zum Theil durch die Pfortader der übrigen Blutmasse zugeführt.

Ueber die Schnelligkeit, mit welcher die Umbildung der Chyluskügelchen in Blutkörperchen geschieht, wissen wir nicht viel; nach Autenrieth soll die gewöhnliche Zeit 10—12 Stunden sein, weil so lange nach der Mahlzeit das Serum häufig noch milchweiß aussehen soll. Ich halte indeß den Schluß aus der Beschaffenheit des Blutwassers für trügerisch, wie ich oben beim Serum schon angegeben habe.

Die Extractivstoffe sind nach Berzelius stark oxydirte Stoffe, die aus Eiweiß so wie aus Gallerte durch Behandlung mit Superoxyden entstehen und leicht in Milchsäure übergehen. Da der Chylus und das Pfortaderblut so reich an Extractivstoffen sind, und man nicht weiß, wo das Bilin oder das Picromel der Galle bei der Verdauung bleibt, so drängt sich die Frage auf, ob nicht unter jenen Stoffen diese, allerdings veränderte Substanz zu suchen sei. — Nach Berzelius so wie nach Tiedemann und Gmelin bildet sich die Milchsäure in der Lunge. Sie entwickelt sich

[1]) Journal für prakt. Chemie. 1839. Bd. I. S. 84—87.

am leichteſten aus dem Thier- und Pflanzenkäſeſtoff, dann aus Zucker durch die katalytiſche Kraft der Schleimhäute (nach Pelouze und Fremy). Vielleicht auch aus Amylum. — Der Harnſtoff des Bluts bildet ſich höchſtens nur zu einem kleinen Theile im Darmkanal, denn ſeine Abſonderung aus dem Serum dauert noch bei dem Hungern fort [1]; der übrige entſteht aus Zerſetzung der Proteinverbindungen der feſten Organe und des Bluts, indem Kohlenſäure und Waſſer ausgeſchieden werden, ſo daß Harnſtoff übrig bleibt.

Der gelbe Farbeſtoff des Bluts ſcheint derſelbe wie in der Galle zu ſein. Das Biliverdin hält Berzelius ganz gleich mit dem Chlorophyll. Demzufolge würde der Farbeſtoff des Bluts nicht in der Leber bereitet, ſondern im Darmkanal aus den Pflanzen ausgeſchieden und von der Pfortader aufgenommen. Wirklich iſt auch das Serum der grasfreſſenden Rinder auffallend gelb. Indeſſen ſcheidet die Leber auch bei hungernden Thieren ſtark gefärbte Galle ab, bildet den Farbeſtoff alſo entweder aus anderen Beſtandtheilen des Bluts, oder ſondert den anderswo gebildeten aus dem Blute ab. Nach Müller's [2] Verſuchen an Fröſchen ſcheint Erſteres der Fall zu ſein; denn vier Tage nach der Exſtirpation der Leber fand ſich kein Gallenfarbeſtoff im Serum dieſer Thiere.

Im Chylus iſt ſo viel Fett vorhanden, daß man kaum weiß, was nachher im Blute aus allem Fett wird. Entweder iſt es als Fett ſchon in den Darmkanal gekommen, oder hat ſich hier aus ſtickſtoffloſer Nahrung, bei Verluſt derſelben an Sauerſtoff, nicht aber aus Protein gebildet. Deßhalb macht nicht Fleiſchnahrung, ſondern Pflanzenkoſt am fetteſten. Im Blute wird das Fett noch feiner als im Chylus vertheilt und verſeift, ſo daß es unter dem Mikroſkope ganz unſichtbar iſt. Die Oxydation der Fette geht vielleicht erſt in den Lungen oder in dem arteriellen Blute vor ſich. Woher das den Thieren ganz eigenthümliche Gehirnfett kömmt, iſt uns völlig unbekannt. Da es im Serum vertheilt iſt, ſo wird es wohl durch den Einfluß gewiſſer Organe (aber welcher?) aus dem aufgenommenen Fette ſich bilden.

Der Chylus iſt weniger alkaliſch als das Blut. Erſt durch Ausſcheidung der Milchſäure im Darmkanal wird das Alkali frei, wie dies die Beſchaffenheit des Pfortaderbluts beweiſ't. — Die Salze kommen von außen. Salmiak könnte ſich allenfalls aus einem Ammoniakſalz und dem Kochſalze bilden. — Die Kieſelerde ſtammt hauptſächlich aus dem Waſſer. Im Magen iſt keine Flußſäure, die ſie auflöſen könnte.

Das mit dem Blute auf die vorher näher bezeichnete dreifache Weiſe verbundene Kohlenſäuregas hat einen ſehr mannigfaltigen Urſprung; zum Theil wird es in dem Blute ſelbſt erzeugt, zum Theil dringt es durch die feinen Haargefäßwände in daſſelbe hinein. Wie ſich ohne Mitwirkung des lebenden Körpers in dem aus der Ader gelaſſenen Blute unter Zutritt des Sauerſtoffs aus den Blutkörperchen und dem Faſerſtoff, aber nicht, oder nur höchſt unbeträchtlich aus dem Blutwaſſer, Kohlenſäure entwickele, iſt

---

[1] Ein ſehr hübſches Experiment zum Beweiſe dafür habe ich vor vier Jahren angeſtellt. Man durchſchneidet einigen Fröſchen das Rückenmark, ſo daß die Urinblaſe gelähmt wird und immer voll Urin bleibt, der nur bei Bewegungen des Thiers tropfenweiſe fortgeht. Nun bewahrt man die Thiere in reinem Waſſer Monate lang auf. Dann fängt man an täglich die Blaſe auszudrücken und den Urin zu ſammeln. Wird beim Eindampfen derſelbe mit etwas Salpeterſäure verſetzt, ſo bilden ſich dann auf der Tafel die ſchönſten Kryſtalle des ſalpeterſauren Harnſtoffs.

[2] Phyſiologie. Vierte Auflage. B. I. S. 132.

oben gezeigt worden. Die Verbindung des in die Lunge aufgenommenen Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff des Bluts fängt schon, wie das allmälige Dunkelwerden des Bluts beweis't, in den Enden des Arterienſyſtems an und dauert in den Haargefäßen und in den Venen fort, bis der Sauerſtoff die entſtandene Kohlenſäure wieder verdrängt. In der Lunge ſelbſt kann die Kohlenſäure unmöglich entſtehen, weil dazu das Blut dort nicht lange genug verweilt. Und ſollte auch im hellrothen Arterienblute freie Kohleuſäure wirklich vorhanden ſein, ſo würde dies doch keineswegs beweiſen, daß ſie in der Lunge gebildet ſei. Eine zweite Subſtanz des Bluts, welche Kohlenſäure bildet, iſt das Fett. Die Zerſetzung dieſes ſtets in großer Menge vom Darmkanal aus in den Chylus und von dieſem ins Blut aufgenommenen Stoffs kann beim Zutritt von Sauerſtoff außer Waſſer nur Kohlenſäure liefern. Wo während des Hungerns kein Fett in dem Darmkanal gebildet wird, nimmt das Blut das in Reſerve befindliche aus dem Fettzellgewebe auf, was dann dieſelbe Zerſetzung erleidet. — Das von dem Parenchym in die feinſten Haargefäße übergehende Kohlenſäuregas hat ebenfalls wieder einen doppelten Urſprung, erſtens und hauptſächlich in der Zerſetzung des bei der Bildung der Gewebe feſt gewordenen Eiweißes und Faſerſtoffs, und zweitens in der Entſtehung der Horngewebe. Das Loos der in den Körper aufgenommenen Proteinverbindungen iſt, zu einem Theil als ein ſehr ſtickſtoffreicher Körper, als Harnſtoff oder als Harnſäure, zu dem andern als Kohlenſäure und Waſſer wieder ausgeſchieden zu werden. Das Blut nimmt fortwährend dieſe Zerſetzungsproducte aus den feſten Theilen auf. — Nicht ſo beträchtlich, doch nicht unbedeutend iſt die Freiwerdung der Kohlenſäure bei der Bildung der Haare, der Epidermis und der Nägel (bei den Thieren auch der Hörner), ſo wie auch des Zellgewebes, der fibröſen Häute, des elaſtiſchen Gewebes und der verſchiedenen Knorpel. Doch iſt in den zuletzt genannten Geweben der Stoffwechſel nur gering. Wahrſcheinlich ſchließt ſich in ſeiner elementären Zuſammenſetzung der Schleim dem Horngewebe an, da er chemiſch und phyſiologiſch der Epidermis ſehr ähnlich iſt. Die ſich täglich neu bildende Quantität jenes Stoffs iſt groß genug, um hier in Anſchlag gebracht werden zu können. Alle jene übrigen genannten Gebilde unterſcheiden ſich nach den Analyſen von Scherer am weſentlichſten darin von den drei bekannten Proteinverbindungen, daß ſie weniger Kohlenſtoff enthalten. Durch den Sauerſtoff des Bluts muß alſo dieſer bei der Bildung jener Subſtanzen aus dem Protein in Kohlenſäure verwandelt ſein, da er auf eine andere Weiſe nicht verſchwinden kann. — Die Kohlenſäure der Hautausdünſtung iſt wahrſcheinlich zum Theil die bei der Bildung der Epidermis entſtandene. Alle andre auf dieſem Wege gebildete wird vom Blute aufgenommen.

Wir ſehen alſo, daß der Sauerſtoff zu der Bildung der im Blute vorhandenen Kohlenſäure zu einem großen Theil aus der Lunge herſtammt; nur die bei Umwandlung der Proteinverbindungen in Harnſtoff frei werdende Kohlenſäure nimmt zu einem Theil ihren Sauerſtoff aus den ſich umwandelnden Subſtanzen ſelbſt. Dies iſt deßhalb ſehr beachtungswerth, weil nur ſehr wenig Sauerſtoff von dem Blutwaſſer aufgenommen werden, und deßhalb auch nur ſehr wenig von ihm in die parenchymatöſe Flüſſigkeit übergehen kann.

Ueber die Art und Weiſe, wie man das Kohlenſäuregas wieder aus dem Blute austreibt, ſo daß daſſelbe arteriell wird, findet ſich in dem, was früher über den Luftgehalt des Bluts geſagt iſt, Aufſchluß. Der Sauerſtoff geht durch die Lungenzellen in die Capillargefäße der Lunge, und das Koh-

lensäuregas aus diesen in jene hinüber. Dieser Uebergang ist Folge der verschiedenen Mischung der Luft des Bluts und der eingeathmeten Luft; jene nämlich besteht nur aus Kohlensäure, welche, als in unbeträchtlicher Menge im Blute diffundirt, leicht durch den Sauerstoff, weil derselbe in der eingeathmeten Luft viel reichlicher als das Kohlensäuregas in der ausgeathmeten vorhanden ist, verdrängt werden kann. Daß ein Austausch erfolgt, und die Kohlensäure nicht zugleich mit dem aufgenommenen Sauerstoff im Blute bleibt, oder sich, ohne daß letzterer ins Blut übergeht, der atmosphärischen Luft beimischt, hängt von der Anwesenheit der Haut der Haargefäße und der Lungenzellen ab, indem, wie es durch die Physiker (namentlich durch Dalton) nachgewiesen ist, eine feuchte Membran den Austausch der Gasarten nach bestimmten Gesetzen befördert. Dies näher zu zeigen ist indeß hier nicht unsere Sache. Die Veränderung des Blutdruckes beim Athmen trägt das Ihrige auch zur Beförderung dieses Vorgangs bei. — Auf das Blutkörperchen kann der Sauerstoff erst durch die Flüssigkeit hindurch wirken, von der dasselbe umgeben ist. — Nach Berzelius wird in der Lunge Milchsäure gebildet, die denn also das kohlensaure Natron zersetzt und Kohlensäure in das Serum austreibt. Uebrigens ist die Milchsäure nicht bloß das Product des Athmens, sondern gleichfalls aller anderen Zersetzungen des Körpers. Sie muß also schon auf das kohlensaure Alkali der parenchymatösen Flüssigkeit einwirken. Das milchsaure Alkali wird später überall, wo Milchsäure ausgeschieden oder oxydirt wird, wieder in kohlensaures verwandelt. — Auch noch zwei andere Säuren, welche in dem Parenchym der Organe entstehen, zersetzen das kohlensaure Alkali, indem sie sich der Basis bemächtigen; die Schwefelsäure und Phosphorsäure nämlich, welche durch Oxydation des bei der Umwandlung des Eiweißes und Faserstoffs in Harnstoff frei werdenden Schwefels und Phosphors sich bilden und dann als schwefelsaures und phosphorsaures Kali und Natron im Urin sich wieder finden. Das verdrängte Kohlensäuregas wird von der parenchymatösen Flüssigkeit absorbirt, geht mit dieser ins Blut über und vereinigt sich hier theils mit den Blutkörperchen, theils mit dem noch wenig gesättigten Alkali und bleibt zum Theil auch vielleicht im Serum bloß diffundirt.

F. Beziehungen des Bluts zu den Functionen des Körpers.

Es bedarf keines Beweises, daß, abgesehen von der frühsten Zeit des Embryos, wo das Blut erst entsteht, bei den Menschen und Wirbelthieren alles Material zum Bilden aus dem Blute komme; zu allen Arten der Ernährung, so wie zur Absonderung giebt das ununterbrochen im Körper Zersetzung und Umwandlung erleidende Blut den Stoff her. Daß aber auch alle übrige Thätigkeit des Körpers, namentlich die des Nerven- und Muskelsystems, vom Zufluß des Bluts abhänge, beweisen die einfachsten Versuche, die Verhinderung des Blutzuflusses durch die Unterbindung der Arterien, so wie die plötzliche Verminderung der Blutmenge des ganzen Körpers. Wird ein Theil desselben des Blutzuflusses gänzlich beraubt, so hört in ihm alle Thätigkeit auf; ein sensibler Theil verliert in einigen Minuten die Empfindung; ein Muskel dient weder der Willkür mehr, noch ist er für Reflexreize empfänglich. Auch selbst die Reizbarkeit für galvanischen Reiz und die Contractionskraft nehmen nach und nach ab. Dies gilt sowohl für warmblütige

wie für kaltblütige Thiere, bei diesen jedoch in etwas geringerm Maaße. Die Functionsstörung des Muskels in den beiden ersten Beziehungen kann von den Nerven, deren Leitungsfähigkeit gestört wird, abhängen, die in der letzten hat aber nur in den Muskeln selbst ihren Grund. Denn wenn auch die Reizbarkeit eines Muskels direct in einem gewissen Grade von dem Nervensystem abhängig sein sollte, so nimmt sie selbst nach Durchschneidung aller Nervenstämme nur äußerst langsam ab, während sie schon einige Stunden nach Unterbindung der Arterien verschwindet. Le Gallois suchte die durch die Unterbindung der Aorta bewirkte Unfähigkeit der Hinterschenkel zur Reflexbewegung aus dem entstandenen Blutmangel im Rückenmark zu erklären, weil die Unterbindung der Schenkelarterien die Reflexreizbarkeit der Hinterschenkel nicht aufhob: indessen haben an dem Verluste der Bewegung die Nervenstämme und -Enden wohl wenigstens eben so viel Antheil, wie das Rückenmark, da dies auch nach Unterbindung des untern Theils der Aorta noch immer etwas Blut erhält, das noch viel weniger dem Schenkel nach Unterbindung der Schenkelarterien gänzlich entzogen wird. — Die augenblicklichen Störungen in der Gehirnthätigkeit nach plötzlicher Unterbindung der beiden Carotiden sind zwar nicht bei allen Thieren gleich auffallend, weil der Zufluß durch die Vertebralarterien nicht bei allen gleich stark ist, fehlen aber selten vollständig. Hemmung alles Blutzuflusses zum Gehirn bewirkt augenblicklichen Tod, weil das Athemholen aufhört. — Die Venen und Lymphgefäße hören in einer Gliedmaße nach vollständiger Unterbindung der blutzuführenden Arterien auf die Flüssigkeiten aufzusaugen; die tödlichsten Gifte, in die nicht blutenden Wunden gebracht, haben ihre Wirkung verloren. Alle Absonderung muß natürlich stocken. Die Ernährung leidet auch selbst dann sehr beträchtlich, wenn nur die Hauptarterie unterbunden ist; vollständige Abscheidung der Blutzufuhr bewirkt brandiges Absterben. — Endlich sinkt auch die Wärme durch Unterbindung der Arterien zu der der umgebenden Luft herab. — Durch den Verlust der Ernährung kann die Störung der Nerventhätigkeit nach gehindertem Blutzufluß nicht herbeigeführt werden, da sie auf der Stelle erfolgt, eben so wenig durch die Entziehung des Wassers, wie wichtig dieses auch für die Unterhaltung des normalen Zustandes der Nervenfasern sein mag; der Mangel der Wärme, welcher nach gehemmter Zufuhr des Bluts erfolgt, kann auch schwerlich so rasche und so auffallende Wirkung äußern; es muß daher die belebende Kraft des Bluts in einem andern Verhältniß zu suchen sein, sei es in einer chemischen Action oder in einem physikalischen Verhältniß, wie in dem Stoß durch das Blut überhaupt, in der mechanischen Reizung durch die einzelnen Blutkörperchen, oder in der durch die angefüllten Haargefäße unterhaltenen Spannung der Nervenfasern. Von dem Einflusse der Blutkörperchen soll nachher noch im Besondern die Rede sein.

Wie wichtig es für das Nervensystem sei, daß das Blut in dem richtigen Maaßverhältniß demselben zugeführt werde, erhellt aus den nachtheiligen Wirkungen, welche die Verminderung der allgemeinen Blutmasse hervorbringt, die selbst dann bemerkbar sind, wenn das Leben durch den Verlust noch gar nicht einmal gefährdet wird. Dies kann nach dem Versuche von Piorry bei Hunden nicht mehr fortbestehen, wenn der Blutverlust mehr als $^1/_{25}$ des ganzen Körpergewichts beträgt. Blundell giebt als das Maximum nur 9 — 12 Unzen an, und da ein großer, 24 Pf. schwerer Hund gegen 2 Pf. Blut beim langsamen Verbluten aus der Aorta giebt, so würde also schon die Entziehung des einen Drittels der gesammten Blutmasse für

hunde tödtlich sein. Ein Hammel stirbt, wie Scheel angiebt, nach Entziehung von ℥ 61 Blut (= 1/21 seines Totalgewichts), ein Pferd, wie Hales gefunden, nach Verlust von 32 Pf. Es kommt hierbei jedoch nicht bloß auf das relative Gewicht des Bluts, sondern auch auf die Schnelligkeit des Blutverlustes und auf das Alter und die Constitution des Organismus an. Bei dem raschen Blutverluste kann der Tod durch den plötzlichen Eindruck auf das Nervensystem erfolgen, wenn noch hinreichend Blut im Körper ist, um das Leben zu erhalten. Piorry entzog Hunden nach und nach, ohne dazwischen Nahrung zu reichen, eine Blutmenge, die dem zehnten bis achten Theil des Körpergewichts gleichkam, und bei Nahrung binnen fünf Tagen fast halb so viel Blut, wie sie schwer waren. Einem Pferde wurde von Gohier binnen 19 Tagen 174½ Pfund Blut entzogen. Den Einfluß des Alters haben Scheel und Piorry dargethan. Ein Lamm wird nach Ersterm scheintodt bei einem Blutverlust von 1/28 seines Totalgewichts, ein Hammel nach Letzterm aber nach 1/23. Dieser Beobachter fand, daß ein ganz junges Kalb nach Verlust von 1/20 — 1/12, ein älteres erst nach Verlust von 1/11 — 1/9 seines Körpergewichts diese Wirkung erleidet. So wie bei Kindern die mit Blutverlust verbundene Gefahr für den Augenblick relativ größer ist als bei Erwachsenen, so ist auch die Reconvalescenz bei jenen langsamer. Weiber können bekanntlich einen größern Blutverlust ertragen als Männer. Die Menschen stehen in Hinsicht der relativen Menge Blut, die sie, ohne daran zu sterben, verlieren können, den Säugethieren und namentlich den Hunden nicht nach [1]). Wie oft kommen nicht Blutflüsse von 10 — 12 Pf. vor, nach welchen die Kranken wieder genesen. Lepelletier ließ einem Kranken binnen 2 Tagen 10 Pf. Blut, Taylor in 12 Stunden 12 Pf., Eiselt 7 Pf. auf einmal; Huntt berichtet von einem 10jährigen Mädchen, das binnen 8 Stunden 50 Unzen verlor. Und Alle kamen wenigstens mit dem Leben davon! — Die gewöhnlichsten heftigen Wirkungen des Blutverlusts bestehen in Ohnmacht, Convulsionen (besonders leicht bei Kindern), Delirium, Coma und in nachfolgender Erschöpfung der Kräfte mit Wasserergießungen. Die Ohnmacht tritt am spätesten oder auch gar nicht bei horizontaler Lage des Körpers ein und wird, wenn sie droht, durch dieselbe verhütet. Es ist deßhalb nach Piorry auch nicht möglich, einen Hund bei aufrechter Stellung aus der Jugularvene zu Tode bluten zu lassen. Magere Menschen können verhältnißmäßig viel mehr Blut verlieren, bis die Ohnmacht erfolgt, als fette. In der Regel hat schon ein Verlust von 15 Unzen diese Wirkung. In Krankheiten ist die Neigung dazu bald vermehrt, wie bei Darmkanalsleiden, bald vermindert, wie bei Entzündungen und vor Allem bei Congestionen nach dem Kopfe; hier sollen nach Marshall Hall, der die Wirkung des Aderlasses sehr genau erforschte [2]), erst 40 — 50 ℥ diese Wirkung haben. Derselbe Arzt unterscheidet eine dreifache Wirkung der Blutentziehung: 1) die excessive nach wiederholter großer Blutentziehung oder anhaltendem Blutverluste, 2) die defective und 3) ein wirkliches Sinken der Lebenskräfte. Die erste äußert sich durch Beschleunigung des Pulses (100 — 130), heftiges Pulsiren der Arterien und des Herzens, Sichtbarwerden des Pulses in den Halsvenen, verminderte Empfindlichkeit des Gehörs und Gesichts, Sinnestäuschungen, Gemüthsunruhe, unruhigen Schlaf,

[1]) Vergl. Piorry in den Archives générales, T. X. p. 135, so wie seine frühere Abhandlung: du procédé opératif à suivre dans l'exploration. Paris. 1831.

[2]) Ueber die Blutentziehung. Deutsch von Breßler. Berlin 1837.

Delirium, Druck im Kopfe, Todesangst, Ohnmacht, beschleunigtes Athmen und Seufzen, Begier nach frischer Luft, Lähmung der Sphincteren. Der Tod tritt plötzlich bei Bewegung ein. Die zweite hat folgende Symptome: schnellen, schwachen Puls, Taubheit, Schläfrigkeit, Unbesinnlichkeit, stilles Delirium, Oppression der Brust, Husten, Schnappen nach Luft, Auftreibung des Bauches. Das Sinken der Lebenskräfte drittens erfolgt nach Delirium, Coma, Amaurosis, häufig wiederkehrender Ohnmacht. — Anders verhalten sich die Symptome, wenn der Blutmangel bei einem Menschen langsam entstanden ist, sei es durch Verlust, oder durch Hinderniß in der Hämatose; sie sind: unvollkommene Ernährung, sparsame Absonderungen, verminderte Wärme, Muskelschwäche (wenn auch Herzklopfen), Neigung zur Ohnmacht, auch stumpferes Sinnen- und Nervenleben (namentlich Gesichtsschwäche).

Die Veränderung des Bluts durch Verminderung der Blutmenge habe ich durch eine große Reihe von Versuchen zu erforschen mich bemüht [1]). Ich hebe aus den Resultaten nur folgende allgemeine, für die Theorie der Wirkung des Aderlasses sehr wichtige heraus: 1) Das Blut wird kälter und seine Wärmecapacität vermindert sich. 2) Seine Gerinnung erfolgt früher, und die Auspressung des Blutwassers ist unvollständiger. 3) Die Neigung der Blutkörperchen, sich zu vereinigen, wird größer, so daß die Bildung der Faserhaut befördert wird. 4) Die Zahl der Lymphkörperchen vermehrt sich, die Blutkörperchen werden bläßer, zuweilen sogar nach wiederholter Blutentziehung kleiner. Auch kommen gekerbte und kugelig gewordene Blutkörperchen jetzt in viel größerer Zahl vor, oft auch kleine farblose Körperchen (zersetzte Blutkörperchen). 5) Das ganze Blut ist heller roth, das Serum oft röthlich und trübe, zuweilen weißlich und mit einer Fettschicht bedeckt. 6) Obgleich der Blutkuchen zuweilen wegen der geringern Contraction des Faserstoffs an Größe zugenommen hat (gewöhnlich ist jedoch die Zunahme des Serums unverkennbar), so ist doch die Menge der Blutkörperchen immer vermindert, wie auch das specifische Gewicht des Bluts und der Gehalt an Wasser beweis't. 7) Sowohl der Gehalt an Eisen als der an Hüllen und Kernen findet sich aus diesem Grunde vermindert. 8) Das Wasser des Bluts vermehrt sich nicht allein in dem Verhältniß zu dem Cruor, sondern auch zu dem Eiweiß; auch das Serum ist wässeriger. 9) Die Menge des Faserstoffs findet sich überall, außer am Ende einer sehr raschen Verblutung, vermehrt; derselbe ist aber weicher und zersetzbarer. 10) Das Eiweiß und die Salze nehmen mit dem Wasser auch an Menge zu; das Fett (durch Resorption) ebenfalls. 11) Das Blut fault früher. — Hieraus sieht man, daß eine Veränderung der Blutmenge auch jedesmal eine qualitative Veränderung des Bluts mit sich führt.

Vergleichen wir mit den Wirkungen des Blutverlusts die einer gesteigerten Blutbereitung und örtlichen Blutanhäufung (Plethora, Congestion), so sehen wir, daß hier die Symptome der Aufregung, wie Beschleunigung des Athmens, Aufregung der Gehirnthätigkeit, sehr bald in die der Unterdrückung der Functionen übergehen. Das Athemholen wird nämlich seltener, der Herzschlag träger, das Sinnenleben ist stumpfer, das Denken erschwert, die Neigung zum Schlaf größer, die Bewegungen träger und von einem Gefühl von Schwäche begleitet (unterbindet man einem Thiere die vena cava oder die venae iliacae, so ist ebenfalls die Bewegung der Hinterbeine erschwert); die Wärme ist nicht vermehrt. In diesem Falle sind die

[1]) Das Blut. S. 165 u. ff.

Organe mit Blut überfüllt, und die Circulation ist vermindert. Wo aber der Umtrieb des Bluts bei normaler oder vermehrter Blutmenge beschleunigt ist, kommen Symptome der Aufregung der Sinnesorgane und des Gehirns zum Vorschein.

Somit sehen wir, daß, so wie das Blut für die Empfindung und Bewegung ganz unentbehrlich, auch ein bestimmtes Maaß desselben nöthig ist, um die Integrität dieser beiden Functionen zu erhalten. — Wir haben nun ferner zu untersuchen, ob jedes Blut die Qualification hierzu besitzt, 1) das Blut anderer Individuen von derselben oder verschiedener Art eben so gut als das eigene, und 2) das dunkelrothe eben so gut als das hellrothe. Auf die Wirkung des kranken Bluts können wir uns hier schon deßhalb nicht einlassen, weil für unsern Zweck wenig Aufschluß aus derselben zu schöpfen ist, und zu viel Spielraum den Hypothesen übrig bleibt.

Daß keine andere Flüssigkeit, auch nicht die Milch, das Blut ersetzen kann, unterliegt keinem Zweifel; eben so wenig ist das Blut einer andern Thierart dessen für die Dauer fähig. Wenn die höchst interessanten Transfusionsversuche von Scheel, Blundell, Prévost und Dumas, Dieffenbach, Schultz, Th. Bischoff und Magendie keine vollständige Uebereinstimmung gegeben haben, so rührt dies wahrscheinlich daher, daß sie nicht alle die Versuche mit derselben Sorgfalt anstellten, nicht den gleichen Ort zur Einspritzung benutzten, mit verschiedener Schnelligkeit die Transfusion vornahmen, nicht gleiche Quantitäten einspritzten und vor der Transfusion nicht gleich viel Blut entzogen hatten. Auf diese Umstände ist aber viel Werth zu legen. So kann man bei einer raschen Transfusion in die Jugularvenen ein Thier durch eine Portion Blut auf der Stelle tödten, die, langsam in die Schenkelvenen eingespritzt, in dreifacher Menge nicht gefährlich ist. — Alle früheren Beobachter (King, Prévost und Dumas, Dieffenbach und Bischoff) kommen darin überein, daß das Blut von Wirbelthieren mit elliptischen Blutkörperchen (z. B. das der Vögel) die Säugethiere auf der Stelle tödtet, und ich habe bei Kaninchen und Hunden durch Infusion von erwärmtem Gänseblut mehrmals augenblicklich den Tod erfolgen sehen; Magendie beobachtete aber von dem Blute der Vögel und Frösche bei Hunden keine Folgen, wahrscheinlich nur deßhalb, weil die injicirte Blutmenge unbeträchtlich war. Weniger schädlich wirkte die Transfusion des Bluts mit runden Blutkörperchen auf die Vögel, wie dies Bischoff durch Versuche mit Enten dargethan hat. Auch Magendie injicirte ohne Nachtheil einer Gans Hundeblut. Nach Bischoff muß aber das Blut zur Erlangung dieses günstigen Resultates vorher geschlagen werden. Auch ist nach seinen neueren Versuchen nur das venöse Blut der Säugethiere den Vögeln schädlich, was sehr leicht erklärbar ist, da diese Thiere eine so entwickelte Respiration besitzen. Auf Frösche wirkt das Blut der Fische am gelindesten, dann das der Vögel und mehrer Säugethiere, wogegen Menschenblut sehr heftige Symptome hervorruft. Durch die Transfusion des Bluts von Menschen oder eines Säugethiers in die Venen eines im Bau von jenen ganz verschiedenen Säugethiers gelingt es zuweilen, das in Folge eines Blutverlusts tief gesunkene und fast erloschene Leben wieder herzustellen, ohne daß jedoch länger als auf einige Tage dasselbe gefristet wird, indem das fremdartige Blut eine tödliche Krankheit erzeugt. Zuweilen erfolgt auch der Tod schon wenig Minuten nach der Wiederbelebung. Eine Erregung durch die Injection ist jedesmal sichtbar; aber nur, wo die eingespritzte Qualität nicht sehr beträchtlich ist, kann das Leben erhalten werden.

So kennt man selbst einige Fälle, wo Menschen, denen Kalbsblut transfundirt worden, gerettet wurden. Wenn schon dies gelingt, so muß natürlich die Belebung durch das Blut derselben Art, z. B. von Menschen auf Menschen, noch viel günstigere Resultate liefern. Und dergleichen glückliche Fälle giebt es auch schon in einer ziemlichen Anzahl. Daß nicht jeder Versuch dieser Art erwünschter Maßen abläuft, ist leider eine traurige Erfahrung, die sich auch bei den Thieren bestätigt findet. Es gelang mir das Experiment bei weitem nicht immer, einen so eben in Scheintod versetzten Hund durch Injection seines eigenen geschlagenen und wieder erwärmten Bluts oder durch frisches Blut eines andern Hundes wieder zu beleben. Es kommt bei Versuchen dieser Art gar nicht darauf an, daß man die ganze verlorene Blutmenge wieder ersetzt; wenig Blut hat schon belebende Kraft und für die spätere Zeit ist dies weniger gefährlich als eine große Menge. Daraus folgt, daß das transfundirte Blut nur als ein momentaner Reiz wirkt, aber kein passendes Bildungsmaterial für einen andern Körper abgiebt. Am allerwenigsten vermag das Blut einer andern Thierart den Verlust in dieser Beziehung zu ersetzen, gerade so wie sich nur aus einem bestimmten Thierei ein bestimmtes Individuum entwickeln kann. Und wahrscheinlich muß das fremde Blut gerade so wie ein fremdartiger Stoff erst wieder ausgeleert werden, ehe sich der Organismus wieder wohl befindet. Dies ist leicht begreiflich; nicht so, weßhalb die Transfusion zuweilen auf der Stelle den Tod herbeiführt. Abgesehen davon, daß eine jede, noch so unschuldige Infusion in die Halsvene, falls sie plötzlich geschieht, durch Störung der Herzthätigkeit tödten kann, muß der Grund jener Erscheinung in den Blutkörperchen, im Faserstoff oder im Serum liegen. Die elliptischen Blutkörperchen sind zu groß, um durch die Haargefäße der Säugethiere zu gehen; sie müssen somit Stockung in den lebenswichtigen Organen herbeiführen, deren Folge der Tod ist. Da die Blutkörperchen im Serum aufgelöst werden, und partielle Verschließungen der kleinen Gefäße wegen des Zusammenhangs der Haargefäße unter sich nicht gefährliche Folgen haben können, so ist es möglich, daß eine mäßige Injection von Vögelblut in die Venen eines Hundes ohne Nachtheil vorübergeht. Man hat den Faserstoff des Bluts für das Specifische in diesem angesehen, allein wohl mit Unrecht; daß er chemisch und physikalisch überall derselbe ist, könnte noch keine Widerlegung sein, da auch das Specifische eines thierischen Stoffes nicht immer durch Mikroskop und Reagentien erkennbar, noch mit äußern Eigenthümlichkeiten verbunden ist, wäre sonst nur ein Grund zu jener Annahme vorhanden. Wenn die Transfusion von geschlagenem und des Faserstoffs beraubtem Blute für den Augenblick weniger Gefahr herbeiführt als von frischem, sei es nun Menschenblut, welches Vögeln, oder Kalbsblut, welches Hunden injicirt wird, so haben wir den Grund davon erstens in dem größern Gehalt an Sauerstoff des an der Luft geschlagenen Bluts und zweitens in dem Mangel der Gerinnung des Faserstoffs zu suchen, wodurch die Gefäße verstopft werden. Geschlagenes Pferdeblut schadet einem Huhne daher wenig, das ungeronnene Plasma aber tödtet dasselbe auf der Stelle. Auch das des Faserstoffs beraubte Blut muß übrigens in den kleinen Gefäßen partielle Verschließung herbeiführen, weil es immer in einer großen Menge kleine Faserstoffschollen enthält, die zwar wieder vollkommen, aber nicht rasch aufgelöst werden können. Ob es daher kommt, daß, wie Magendie gefunden hat, die Transfusion des geschlagenen Bluts bei Hunden für die Folge durch Blutstockung in den Lungen gefährlicher ist als die des frischen Bluts,

läßt sich gerade nicht mit Bestimmtheit, aber doch mit Wahrscheinlichkeit behaupten. Daß im Faserstoff des eingespritzten Bluts nicht immer die Ursache der Gefahr liegt, geht auch aus anderen Versuchen desselben französischen Physiologen hervor. Die bloße Transfusion von Blutwasser von Hund auf Hund und noch mehr die von Mensch auf Hund ist sehr gefährlich, durch Störung der Gehirnthätigkeit und Reizung der Darmschleimhaut. Ich habe schon früher auf das Verhalten der Blutkörperchen bei Zuguß von fremdem Serum aufmerksam gemacht und erwähnt, daß deren Neigung zur Vereinigung durch dasselbe oft sehr vermehrt werde, daß selbst der Faserstoff im Blute durch fremdartiges Serum zuweilen plötzlich präcipitirt werde. — Somit giebt es mehr als ein Verhältniß, welches uns darüber Aufschluß giebt, weßhalb der Erfolg der Transfusion so oft vereitelt ward.

Von Bichat ist zuerst die Frage angeregt worden, wie weit das Venenblut im Stande sei, das Arterienblut zu vertreten und die Functionen des Körpers zu unterhalten [1]). Mehre Secretionen gehen bekanntlich aus dem Venenblute hervor, die der Lunge und der Leber (wenigstens hier zum größten Theil) und auch bei einigen kaltblütigen Wirbelthieren die der Nieren. Bei den Menschen mit unvollständig oxydirtem Blute nimmt die Ablagerung des Fettes zu, und die übrigen Secretionen so wie die Ernährung scheinen fast gar nicht gestört. Auch manche Säugethiere mit unvollständigem Athmen, z. B. die Wallen, erlangen durch Fettbildung eine beträchtliche Größe. Hier ist aber freilich das Arterienblut noch immer oxydirt; wie es aber mit der Ernährung bei gänzlichem Aufhören des Athmens aussieht, läßt sich natürlich nicht bestimmen. — Was die Absonderungen anlangt, so hat Bichat behauptet, daß, weil bei langsamen Erstickungstod der Thiere weniger Galle und Urin so wie Schweiß abgesondert werden, das dunkelrothe Blut nicht im Stande sei, die Absonderungen zu unterhalten. Wenn die Thatsache und der Schluß richtig sind, so kann die Ursache davon, außer daß der Sauerstoff als Bildungsmaterial der Secretion fehlt, auch noch darin liegen, daß die organischen Nerven ihn als Erregungsmittel entbehren. — Daß die Wärme mit der Oxydation des Bluts in der Thierreihe und bei einem und demselben Individuum zusammenhängt, soll hier nur kurz erwähnt werden, weil wir uns nicht in die Untersuchung einlassen können, ob dies in Folge eines unmittelbaren oder mittelbaren Zusammenhangs geschieht. — J. Reid [2]) hat vor Kurzem auf ein eigenthümliches Verhältniß des dunkelrothen Bluts zu den Haargefäßen hingewiesen, auf eine größere Schwierigkeit beim Durchdringen des venösen als des arteriellen Bluts durch die Haargefäße. Vorzüglich fand er dies Hinderniß in der Blutcirculation durch die Lungen. Bei dem Einathmen von Stickstoffgas gerieth das Blut in diesem Organ in Stocken, ohne daß eine mechanische Ursache, das Aufhören der Athmungsbewegungen, hieran Schuld sein soll. Die Sache ist zwar höchst beachtenswerth, aber nicht sehr leicht zu entscheiden, weil eine große Verminderung der Athmungsbewegungen beim Einathmen des Stickstoffgases doch immer erfolgt. — In Bezug auf Unterhaltung der Empfindung und willkürlichen Bewegung kann das arterielle Blut nicht durch das venöse vertreten werden, wie dies die Asphyxie zeigt, indem schon 1½ — 2½ Minuten nach der Zuschnürung der Luftröhre bei Thieren die Empfindung und willkürliche Bewegung aufhören. Doch sind

[1]) Recherches sur la vie et la mort. Ed. IV. Paris 1822.
[2]) Edinburgh Journal. T. CXLVII. p. 442.

in der Asphyxie die Verhältniſſe nicht ganz einfach, indem ſelbſt, wenn dieſelbe bei Fortdauer der Athmungsbewegungen, aber Mangel an ſauerſtoffhaltiger Luft entſteht, immer Anhäufung des Bluts, nicht aber, wie J. P. Kay glaubte, ein gehinderter Zufluß zugleich mit ſtattfindet. Es iſt merkwürdig, daß in jenem plötzlich entſtandenen Zuſtande das dunkelrothe Blut viel eher die Thätigkeit des Gehirns als die des Rückenmarks beeinträchtigt, indem das Athemholen noch nach dem Aufhören der Empfindung und willkürlichen Bewegung fortdauert, und daß doch in anderen, freilich ſeltenen Fällen von Scheintod Empfindung und willkürliche Bewegung fehlen können, während das Bewußtſein, ſelbſt das Gehör noch fortdauert [1]). Auch in der Cholera kommt ein ähnliches Verhältniß vor. Daß ein geringer Grad der Venoſität des zum Gehirn gehenden Bluts der geiſtigen Thätigkeit nicht ſchadet, wohl aber die Bewegungsfähigkeit beeinträchtigt, zeigt die Blauſucht. Bichat's Verſuche [2]), in denen er durch Injection von Waſſer oder Arterienblut in die Carotiden den Thieren kein Leid zufügte, durch eine eben ſo unternommene von Venenblut dieſelben hingegen tödtete, beweiſen aber den ſchädlichen Einfluß des vollſtändig venöſen Bluts auf das Gehirn ſehr deutlich. Mit Venenblut kann man zwar, wie oben bemerkt worden, auch wohl glückliche Reſultate bei Transfuſionen erhalten, zumal wenn es vorher geſchlagen und dadurch ſauerſtoffhaltiger geworden iſt, allein ſo tauglich zur Erregung durch Blutverluſt dem Tode nahe gebrachter Thiere als arterielles iſt es nicht. Nach Schultz [3]) erregt ein mit Kohlenſäure geſchwängertes Venenblut in dieſer Beziehung gar nicht, ſondern verwandelt den Scheintod in wirklichen Tod; dagegen ein mit Sauerſtoff lange geſchütteltes Serum, das ſonſt nach Prévoſt und Dumas ſich ganz unwirkſam zeigt, belebende Kraft äußert. Wenn man nach Bichat [4]) Venenblut in die Arterie einer Gliedmaße ſpritzt, ſo erliſcht in derſelben Empfindung und Bewegung. Beides iſt der Einwirkung des Venenbluts auf die Nerven zuzuſchreiben. Zwar hebt mit der Zeit der Einfluß dieſes Bluts auch die Reizbarkeit der Muskeln auf; aber doch geſchieht dies nicht plötzlich, wie u. A. W. F. Edwards [5]) und J. P. Kay [6]) gezeigt haben. Eben ſo wenig wird die Thätigkeit des Herzens ſogleich durch den Eintritt des venöſen Bluts in die Kranzarterien gelähmt (weniger noch, wie Bichat gegen Goodwyn bewies, durch die Berührung der innern Oberfläche des Herzens). Der Herzſchlag dauert in der Aſphyxie, nachdem das Blut in den Arterien ſchon binnen 1 — 2 Minuten dunkel geworden, noch längere Zeit, wenn auch ſeltener, ſo doch ſehr kräftig fort. Ganz genaue Meſſungen über die Kraft des Herzſtoßes in der Aſphyxie hat J. Reid [7]) geliefert. Daß das Athemholen durch das arterielle Blut in Gang gebracht wird, glaube ich nicht; vielmehr ſcheint mir der Antrieb zu dieſer Bewegung vom Venenblut auszugehen. Einer intereſſanten Thatſache will ich hierbei zum Beweis erwähnen. Oeffnet man den Bauch einer trächtigen Hündin, und legt das Amnion des reifen Fötus bloß, ſo daß dieſer deutlich geſehen wird, und preßt nun die Aorta zuſammen, ſo fängt der Fötus an zu gähnen, nach Luft zu ſchnappen. Dies iſt ein wichtiger Wink für die Löſung der Frage von der Entſtehung des erſten Athemholens.

---

[1]) S. den Aufſatz meines Vaters in Meckel's Archiv. Bd. II. S. 6 u. ff.
[2]) A. a. O. p. 360.
[3]) Syſtem der Circ. S. 366. [4]) A. a. O. p. 412.
[5]) De l'influence des agens physiques sur la vie. Paris 1824. p. 9.
[6]) The physiology, pathology and treatment of asphyxia. London 1834. p. 181.
[7]) A. a. O. p. 448.

Aus allen diesen Thatsachen geht hervor, daß das Blut nicht nur bloßes Bildungsmaterial und Träger oder Quelle der Wärme ist, sondern daß es im arteriellen Zustande auch wesentlich zur Fortdauer der Bewegung und Empfindung beiträgt. — Von den meisten Physiologen wird den Blutkörperchen diese erregende und belebende Wirkung auf das Nervensystem zugeschrieben, so von Müller und Wagner. Letzterer macht namentlich auf die plötzliche Störung des Nervenlebens in Folge einer raschen Blutentziehung aufmerksam [1]). So wie hier momentane Sinnestäuschungen, Verdunklungen der Sinne, Bewegungsschwäche und Ohnmacht durch den Mangel des gewohnten Reizes eintreten, so steht in chronischen Krankheiten die Abnahme des Cruors in einem geraden Verhältniß mit der allgemeinen Schwäche. Es ist auffallend, daß Burdach [2]) diese Ansicht bestreitet, während Andere, z. B. Hünefeld [3]), noch weiter gehen und die Blutkörperchen als die Substrate der Vitalität bezeichnen. Die Beziehung der Blutkörperchen zum Nervenleben als ein Reiz für die Nervenenden und -Anfänge, die sie in einer steten Thätigkeit erhalten, kann bei normalem Kreislauf oder normaler Reizbarkeit nicht gut erkannt werden, weil der Reiz ununterbrochen einwirkt; eher geschieht dies bei der plötzlichen Abnahme der Blutmenge oder plötzlichen Zunahme des Blutandrangs. Wenn es auch im Ganzen zweifelhaft ist, ob die Empfindung, welche durch Hinwendung der Aufmerksamkeit auf einen empfindlichen Theil des Körpers wahrgenommen wird, von den Blutkörperchen verursacht werde, so bietet doch ein Sinnesorgan, das empfindlichste von allen, ein Phänomen dar, wo die Einwirkung der Blutkörperchen auf die Nerven deutlich zum Bewußtsein gebracht wird. Richtet man das Auge, besonders dann, wenn das Herz durch Bewegung des Körpers aufgeregt oder der Rücktritt des Bluts am Halse etwas erschwert ist, doch auch selbst ohne diese Nebenhülfen, anhaltend gegen den blauen Himmel, so bemerkt man eine Menge blitzender Punkte, die sich in Kreisen drehen, ganz so wie die Blutkörperchen in den Haargefäßen kreisen. Ihr Leuchten dauert aber nur kurze Zeit, ähnlich dem der Sternschnuppen. Diese Erscheinung kann nur durch die Blutkörperchen, welche bei ihrem Contact mit den Fasern des Sehnerven dieselben reizen, hervorgerufen sein. Wahrscheinlich hat auch das Sausen im Ohre bei angestrengtem Hören während der Stille der Nacht in einer ähnlichen Einwirkung der Blutkörperchen auf den Hörnerv seinen Grund. Vielleicht unterhält ferner der Reiz der Blutkörperchen auf die Muskelnerven das bekannte beständige Spiel in den einzelnen Fibern der Muskeln. — Es entsteht nun die Frage: wie sollen wir uns die Einwirkung der Blutkörperchen denken, chemisch oder mechanisch? Man hat oft auch von einer elektrischen Wirkung, welche die Blutkörperchen auf die Nervensubstanz ausüben, geredet; es ist aber nicht möglich, hier eine klare, den Gesetzen der Physik genügende Vorstellung zu gewinnen. Die mechanische Einwirkung der durch die feinen Haargefäße, deren Durchmesser gerade der Größe der Blutkörperchen entspricht, hindurch getriebenen Blutkörperchen ist leicht begreiflich, leichter als eine unmittelbar chemische. Diese könnte nur darin bestehen, daß das Blutkörperchen Sauerstoff abgiebt. Allerdings haben wir so eben gesehen, daß der Sauerstoff es ist, der den belebenden Einfluß auf das Nervenleben ausübt, und nicht minder wissen wir, daß der Sauerstoff vorzugsweise an den Blutkörperchen haftet;

[1]) Beiträge zur vergleichenden Physiologie. Heft II. S. 56.
[2]) Physiologie. Bd. V. S. 626. [3]) A. a. O. S. 25.

allein wir können nicht entscheiden, ob nicht bloß deßhalb dem venösen Blute und dem Blutwasser eine erregende Kraft fehlt, weil es zu viel Kohlensäure enthält und weil es nicht im Stande ist, die frei gewordene Kohlensäure aus den Nervenenden zu verdrängen und fortzuführen. Und wenn ferner Ersteres auch, wie es am wahrscheinlichsten ist, wirklich der Fall ist, so kann doch das Blutkörperchen nicht direct auf die Nervensubstanz seinen Sauerstoff übertragen; es giebt denselben zuerst an das umgebende Serum ab, welches den Sauerstoff gegen die Kohlensäure der parenchymatösen Flüssigkeit austauscht. Dies kann alles nicht plötzlich geschehen. Ob nun noch besondere Verhältnisse in den Haargefäßen vorhanden sind, die den Austausch befördern, wie etwa der chemische Gegensatz der Blutkörperchen mit der Wand des Gefäßes, ist uns unbekannt. Der Sauerstoff, welcher von den Blutkörperchen abgegeben wird, bewirkt in der Nervensubstanz eine Zersetzung, deren hauptsächlichstes Product die Kohlensäure ist, eine Aneignung neuer Materie und eine Abstoßung der verbrauchten. Insofern nun auch dem Empfinden und dem Bewegen ein Umbilden der Nervensubstanz zu Grunde liegt, muß eben so der Sauerstoff auch für jene Thätigkeitsweisen einen Reiz abgeben. — Durch ihre Beziehung zum Sauerstoff und zur Kohlensäure erhalten die Blutkörperchen ihre anerkannte Wichtigkeit für das Athmen, indem sie jenen in der Lunge einsaugen, was das Serum nur wenig vermag, und diese zu einem Theil wenigstens aus dem Körper fortschaffen helfen. Je mehr Blutkörperchen ein Thier besitzt, desto mehr Kohlensäure wird in den Lungen ausgeschieden und Sauerstoff absorbirt. Den besten Beweis liefern die Vögel. Ob außer der faserstoffigen Grundlage und dem reinen Wasser, womit diese getränkt ist, auch noch das Blutroth bei dem Athmen eine Rolle spielt, läßt sich nicht bestimmen. — Man hat, wie die Lehre vom Athmen ausführlicher erörtern muß, das Eisen für den Träger des Sauerstoffs angesehen, ohne dazu aus einem andern Grunde berechtigt zu sein, als daß man eben nicht weiß, zu welchem andern Zweck das Eisen mit dem Blutroth verbunden sei. Es ist aber rein unmöglich, daß 3,5 C." Sauerstoff, die zum wenigsten bei jedem Athemzug verschwinden, an die kleine Quantität Eisen gebunden sind. In 4000 Gran Blut, die höchstens durch vier Herzcontractionen, die auf ein einmaliges Athmen kommen, durch die Lunge getrieben werden, sind aber gewiß nicht mehr als höchstens 2,0 — 2,5 Gran Eisen vorhanden, die doch so viel Sauerstoff nicht absorbiren können. Noch unwahrscheinlicher ist es, daß bloß die Kohlensäure sich mit dem Eisenoxyd als kohlensaures Eisenoxydul verbindet. Wozu das Eisen dient, wissen wir nicht; wir sind nur berechtigt zu glauben, daß es, da es nicht bei der Ernährung gebraucht und doch in so bestimmten Verhältnissen im Blute gefunden wird, dem Athmen dient. Hünefeld[1]) glaubt, daß das Eisen die Sauerstofffüchtigkeit des Bluts beschränke, den Proceß des Athmens constant mache, indem es dem Blutroth als Beitze diene, gerade so wie der Farbestoff des Krapps durch die Verbindung mit phosphorsaurem Kalk schwerer zersetzbar wird.

Nach Leeuwenhoek's Ansicht dienen die Blutkörperchen der Ernährung; Döllinger und Dutrochet glaubten diese Ansicht, welche schon Hunter verworfen hat, durch mikroskopische Beobachtungen unterstützen zu können, indem sie das Ansetzen der Blutkörperchen zuweilen an den Gefäßwandungen beobachtet haben wollen. Auch Koch und Müller erzählen,

[1]) A. a. O. S. 119.

wie ein Blutkörperchen zuweilen mitten in das Parenchym gerathe und dort stecken bleibe. Baumgärtner und Wagner legen dagegen diese Erscheinung so aus: ein Blutkörperchen geräth in ein enges, durch das Aufspannen gespanntes und unsichtbares Haargefäß und bleibt in demselben stecken. Und diese Erklärung ist gewiß die richtige, denn es ist nicht einzusehen, wie ein Blutkörperchen aus einem überall geschlossenen Gefäß ins Parenchym hinaustreten kann, und warum, wenn die Ernährung von den Blutkörperchen abhängt, jenes Phänomen nicht häufiger wahrgenommen wird. — Nur aus dem Plasma kann die Bildung geschehen, die immer, sowohl in der organischen als in der unorganischen Welt, den flüssigen Aggregatzustand des Bildungsmaterials erfordert, und die Blutkörperchen können nur in einer unmittelbaren Beziehung zu diesem Vorgange stehen, insofern nämlich, als sie gelöst'te Stoffe in den Haargefäßen abgeben oder sich zuvor selbst auflösen. Sie geben wahrscheinlich aber nichts weiter in dem Haargefäßsystem ab als den Sauerstoff, der selbst auch nicht eigentlich in die Bildung der Organe eingeht, sondern nur Kohlensäure, Milchsäure, Wasser und Extractivstoffe bilden hilft. — M. Barry hat vor Kurzem in der Akademie von London (am 4. Juni 1840) die Entwickelung der Organe im Fötus, namentlich der Muskeln und des Chorions, aus Verbindung von Blutkörperchen erklärt; wahrscheinlich hat ihn dazu die Aehnlichkeit der in Entstehung begriffenen Blutkörperchen mit den Primitivzellen anderer Gewebe verleitet. Bei allen Embryonen soll außerdem noch das Hervorragen der Kerne der Zellen, aus denen die Gefäßwandung entstanden ist, in das Lumen der Gefäße leicht zur Annahme verführen können, daß an diesen Stellen ein Blutkörperchen mit der Gefäßwandung verschmelze.— Daß wir nicht recht wissen sollen, was aus den alten Blutkörperchen wird, kann jene Annahme des Anwachsens derselben an die Gefäßwandung nicht rechtfertigen. Wir wissen übrigens, daß sie sich im Serum auflösen. Die stark gekerbten Blutkörperchen sind wahrscheinlich schon in Auflösung begriffen, denn auf dieselbe Weise lösen sie sich außerhalb des Körpers auf. Nach einem Aderlaß beim Hungern erfolgt ihre Rückbildung rascher; die kleinen weißen Körnchen, welche sich unter diesen Verhältnissen im Blute finden, sind höchst wahrscheinlich die Ueberbleibsel derselben. Ich glaube, daß dadurch eben der Aderlaß so stark einwirkt, daß er nicht allein direct die Menge der Blutkörperchen vermindert, sondern dies auch indirect thut; in der ersten Tasse Blut des zweiten, am nächsten Tage nach dem ersten angestellten Aderlasses sind weit weniger Blutkörperchen als in der letzten Tasse des ersten Aderlasses, selbst wenn dieser nicht einmal groß gewesen. Daß der Gehalt an Faserstoff durch die Blutentziehung wächst (Pseudofibrine von Magendie), hat zum Theil, wie das Mikroskop zeigt, darin seinen Grund, daß die zerfallenen Blutkörperchen an dem Faserstoff haften. Doch haben wir früher die Möglichkeit, daß sich vollständiger Faserstoff aus den Blutkörperchen bilde, zugestanden. — Die sicherste Nachweisung, falls eine solche nothwendig wäre, daß die Blutkörperchen im Blute aufgelöst werden, giebt uns die Untersuchung des Bluts eines Thieres, dem Tags zuvor Blutkörperchen verschiedener Form injicirt worden, wie dies Magendie von Hund auf Gans, von Vogel und Frosch auf Hund gethan hat. War deren Menge nicht sehr groß, so konnte er dieselben nicht mehr wiederfinden. Natürlich kann der Grund bei den Gänsen nicht darin liegen, daß die injicirten Blutkörperchen wegen ihrer Größe in den Haargefäßen stecken blieben, denn die der Hunde sind viel kleiner als die der Vögel. Ueber den Ort, wo die Rückbildung der Blutkörperchen vor

ſich geht, hat Schultz folgende Hypotheſe aufgeſtellt. In der Pfortader, in welche doch alle Blutkörperchen nach und nach hineingerathen, ſollen ſie ihre Hülle, aus der in der Leber die Galle gebildet wird, abwerfen. Uebertragen wir dieſe Worte in unſere Sprache, ſo würde das ſo viel heißen als: das Blutroth trennt ſich in dem Blute der Pfortader von den Blutkörperchen (wahrſcheinlich durch die Einwirkung des Alkalis), die faſerſtoffige Grundlage bleibt aber übrig. Dieſe Anſicht findet eine Stütze in der von Simon (ſ. oben) gelieferten Analyſe des Pfortader- und Lebervenenbluts. Dieſes enthält nämlich mehr Eiweiß und extractartige Materie und weniger Blutroth als jenes. Es iſt Schade, daß man dieſe Behauptung nicht über den Grad der Wahrſcheinlichkeit hinausheben kann. Man muß ſich übrigens hüten zu glauben, daß ſogleich alle Blutkörperchen der Pfortader in der Leber zerſetzt werden, und daß nicht auch aus dem arteriellen Blute Galle gebildet werden könne. Vielleicht, daß auch die Lunge mit zur Zerſetzung beiträgt. Die Lymphkörperchen zerfallen wenigſtens im Sauerſtoff viel ſchneller als im Kohlenſäuregas. Jeder Vorgang, welcher die Ausbildung der Blutkörperchen befördert, muß, da die Ausbildung eine Verflüſſigung des Kernes iſt, auch mit der Zeit die Zerſetzung herbeiführen.

Daß aus dem Plasma alle Ernährung geſchieht, an der die Blutkörperchen keinen Antheil haben, bedarf alſo keines weitern Beweiſes; wohl aber verlangt die Annahme beſprochen zu werden, ob bloß der Faſerſtoff der bildende Stoff ſei. Da er ſeine plaſtiſche Kraft bei der Gerinnung des Bluts beweiſ't; da ſich aus ihm in der Schwangerſchaft die maſſenhaften Eihüllen, in der Entzündung die falſchen Häute ſehr raſch bilden; da er nach langem Hungern im Blute fehlt (wenigſtens iſt das Blut nicht mehr gerinnbar), im Blute der Schwangern in größerer Menge als ſonſt ſich vorfindet, und da er endlich derjenige Stoff des Bluts iſt, welcher durch die Einwirkung der Lebenskraft und der Nerven am ſchnellſten und am meiſten verändert wird: ſo wäre es unrecht, ſeine bildende Thätigkeit in Zweifel zu ziehen; es bleibt aber immer unbegreiflich, weßhalb er bei fleiſchfreſſenden Thieren, deren Stoffwechſel raſcher iſt als der der pflanzenfreſſenden, in nur ſo geringer Menge gefunden wird, weßhalb er beim Kalbe im Venenblute ſtatt im Arterienblute, wie bei erwachſenen Thieren, vorwaltet. Die Menge des Faſerſtoffs im Blute zeigt alſo, beiläufig geſagt, keineswegs die Lebhaftigkeit des Stoffwechſels an; eher könnte es die übrige Beſchaffenheit deſſelben thun, da der Faſerſtoff ſowohl bei den fleiſchfreſſenden Thieren im Gegenſatz zu den pflanzenfreſſenden, wie auch bei dem Fötus und Neugebornen im Gegenſatz zu den ausgewachſenen Menſchen und Thieren auffallend mürbe iſt. — Daß ſo wenig Faſerſtoff im Blute aufgelöſ't iſt, zeugt zwar nicht gegen die gewöhnliche Annahme, daß aus ihm vorzüglich alle Bildung, namentlich die der Muskeln geſchehe, indem er ja auch immer von Neuem in dem Maaße, wie er abgeſetzt wird, ſich wieder bilden könnte, und, wie Berthold dargethan hat, der Stoffwechſel nicht ſo raſch iſt, als daß es einer größern Menge Erſatz bedürfte; allein auffallend iſt dies Verhältniß doch, wenn wir mit ſeiner Menge die des Eiweißes vergleichen. Die Menge des Faſerſtoffs bei Menſchen fand ich nie (in ungefähr 300 Beobachtungen) in geradem Verhältniß zu der Ernährung des Menſchen; ſehr gut genährte hatten meiſt wenig Faſerſtoff. Merkwürdig iſt es auch, daß der Leberthran die Ernährung befördert und doch den Faſerſtoffgehalt des Bluts vermindert. Auch dies iſt noch alles kein ſtringenter Beweis, daß der Faſerſtoff nicht ernähre, da man ſagen könnte, er fehle eben deßhalb, weil er viel abgelagert werde; aber

weßhalb, kann man mit Recht fragen, wird er denn nicht in demſelben Maaße wieder erzeugt, als er verbraucht wird? — Daß das Eiweiß nebſt dem Fett zur Bildung des Gehirns diene, wird allgemein anerkannt; daß ſich aus ihm wieder Faſerſtoff bilden könne, obgleich es nicht die hauptſächlichſte Quelle deſſelben iſt, da ſchon der Chylus in den Milchgefäßen faſerſtoffhaltig gefunden wird, iſt nicht unwahrſcheinlich, aber zu der Bildung der übrigen Organe, namentlich der Hauptmaſſe des thieriſchen Körpers, der Muskeln, ſoll nicht das Eiweiß, ſondern der Faſerſtoff verwandt werden. Allein trotz der äußern Aehnlichkeit des geronnenen Faſerſtoffs und der Muskelſubſtanz ſcheint die Sache keineswegs ausgemacht zu ſein. Chemiſch herrſcht zwiſchen beiden eine größere Differenz als zwiſchen Eiweiß und Muskelſubſtanz. Erſtens giebt Faſerſtoff an kochendes Waſſer weniger feſte Subſtanz ab als Eiweiß. Zweitens beſteht nach Fellenberg's Analyſe [1]) die Muskelſubſtanz aus mehr Sauerſtoff und Waſſerſtoff als der Faſerſtoff; gerade darin weicht aber dieſer vom Eiweiß ab. Endlich kommt auch noch in Betracht, daß die Muskeln des Embryo ſich noch faſt ganz wie Eiweiß verhalten. Es liegt alſo ſehr nahe, die Entſtehung der Muskeln aus Eiweiß anzunehmen und dieſem Stoff, von dem im Hühnerei alle Bildung ausgeht, auch nach der Geburt eine größere Rolle beim Bilden, als gewöhnlich geſchieht, zuzuerkennen. Der Faſerſtoff dagegen ſteht dem Hornſtoff und dem Leim näher als das Eiweiß; er bildet den Uebergang von dieſem zu jenen Stoffen, wie dies oben näher gezeigt worden. Die Erzeugung des Hornſtoffs und Leims iſt alſo die Aufgabe des Faſerſtoffs; bei einigen Inſecten kommt noch die Bildung des Fibroins hinzu, indem die Seide den natürlichen Uebergang des Faſerſtoffs zum Hornſtoff bildet. — Bei Vögeln, wo ſo viel Hornſtoff für die Federn erforderlich iſt, findet ſich auch viel Faſerſtoff, bei den Fiſchen dagegen wenig. Ließe ſich nicht auch die dünne Haut, der dürftige Haarwuchs bei leukophlegmatiſchen Perſonen, das Ausfallen der Haare nach Nervenfiebern ohne Zwang aus der geringen Quantität des Faſerſtoffs im Blute ableiten? — Großen Nutzen gewährt der Faſerſtoff durch ſeine Gerinnbarkeit an der Luft, indem er die Verblutung hindert und gewiſſermaßen im geronnenen Zuſtande des Bluts eine proviſoriſche Narbe bildet, von der, falls keine Eiterung erfolgt, ein Theil zur Bildung der dauernden verwandt wird. — Dagegen, daß die Entziehung des Faſerſtoffs aus dem Blute in den Magendieſchen Transfuſionsverſuchen die Urſache der Schwäche und des Todes, ſo wie der anatomiſchen Veränderung ſei, habe ich mich ſchon oben erklärt. Der Faſerſtoff wird leicht wieder erzeugt, und auf das Nervenſyſtem kann er unmöglich wirken. Die Stockung in den Capillargefäßen in jenen Verſuchen mit der von Poiſeuille neuerdings entdeckten Erſcheinung in Verbindung zu bringen, will mir auch nicht einleuchten. Poiſeuille fand nämlich, daß die Verwandtſchaft des Waſſers zu gläſernen Capillarröhren vermindert wird durch Zuſatz von Eiweiß und Gummi. Es läßt ſich eine ſchleimige Flüſſigkeit viel leichter als reines Waſſer durch gläſerne Haarröhrchen, ſo wie durch die lebenden Haargefäße treiben. Zugleich muß durch die Auflöſung des Eiweißes und des Faſerſtoffs im Blutwaſſer auch die Exosmoſe, welche auf Capillarattraction beruht, durch die Wände der Haargefäße hindurch vermindert werden. Dies iſt ſehr wichtig für die Pathologie. Wir können uns daraus erklären, wie die krankhafte

---

[1]) Müller's Archiv a. a. O.

Ausschwitzung und normale Ausscheidung durch übertriebene Blutentziehung vermehrt und nicht vermindert werde. Wassersucht ist die häufigste Folge der Blutverdünnung. Spritzt man Thieren viel Wasser in die Venen, so zeigt sich dasselbe Phänomen. Magendie machte bei Menschen dies Experiment; es erfolgte auch hier Wassersucht, besonders in den Gelenken. (Bei einem Hydrophobischen trat zwar Beruhigung ein, der Tod blieb aber nicht aus. Daß das Wasser die Reizbarkeit der Nerven herabstimmt, ist bekannt.) Auch die Imbibition der Blutkörperchen mit Wasser und die Auflösung des Blutroths wird aus demselben Grunde durch das Eiweiß zugleich mit den Salzen verhindert. Die Salze vermindern außerdem auch, so wie sie überhaupt bindend auf die thierische Materie wirken, das Zusammenkleben der Blutkörperchen. Es giebt wohl wenige chemische Eigenschaften des Eiweißes, die nicht auch für den organischen Prozeß von Wichtigkeit wären; nicht allein, daß es das Fett und die erdigen Salze in freier Suspension erhält, es geht mit außerordentlich vielen Stoffen, namentlich mit den Metallsalzen, eine Verbindung ein, hindert deren schädlichen Einfluß auf die Nerven und vermittelt ihre Ausscheidung aus dem Körper. — Die festen Fettarten gehen in die Bildung des Gehirns ein, die flüssigen lagern sich ins Fettzellgewebe ab; ein Theil verläßt als Kohlensäure und Wasser den Körper, ein anderer dient zur Bildung der Galle (das Blut der Lebervenen enthält weniger Fett als das der Pfortader). — Die löslichen Extractivstoffe scheinen nicht zur Ernährung verwandt zu werden, denn im Chylus sind sie nach Rees in derselben Menge wie in der Lymphe vorhanden (vergl. was über sie oben bei der Entstehung des Bluts gesagt ist). — Die Milchsäure dient sowohl als Auflösungsmittel bei der Verdauung, wie beim Athmen zum Verdrängen der Kohlensäure aus den Salzen und vielleicht auch zur Bindung des sich entwickelnden Ammoniaks. — Die kohlensauren Alkalien sind nebst den übrigen Salzen des Bluts die Lösungsmittel der thierischen Substanz; jene dienen als Träger der Kohlensäure, diese beschleunigen die Verbindung der Gase mit dem Blute. — Die unorganischen, im Blute nicht aufgelöst'en Substanzen gehen in die Bildung gewisser Gewebe ein und halten im Blute die Atome getrennt, so daß die chemischen Verbindungen der Materie im kreisenden Blute schwieriger erfolgen. — Die mannigfaltigen Beziehungen des Wassers zu dem thierischen Körper zu erörtern, muß einem andern Orte überlassen bleiben. — Von der Ausscheidung der aus dem Körper zu entfernenden, im Blute gebildeten oder von demselben überall aufgenommenen Stoffe (Harnstoff, Milchsäure, Kohlensäure u. s. w.) ist bei deren Bildung schon die Rede gewesen.

Nachtrag.

Da Herr Professor Liebig mit andern Arbeiten zu sehr überhäuft ist, um der Aufforderung des Herausgebers dieses Wörterbuches zur Zeit entsprechen zu können, so möge wenigstens ein Auszug aus dem lichtvollen Artikel »Blut«, welchen der ausgezeichnete Chemiker dem Handwörterbuch der Chemie (Bd. I. S. 873) einverleibte, und von dem ich so eben die bezüglichen Bogen erhalten habe, hier seinen Platz finden [1]).

Das Eiweiß des Blutwassers ist nach Liebig zwar nicht mit dem Natron chemisch verbunden, weil es, mit Alkohol niedergeschlagen und mit Weingeist ausgewaschen, keine Asche liefert, welche lösliches Alkali enthält (S. 901), es verdankt aber sowohl dem kohlensauren Natron wie den übrigen im Serum aufgelöst'ten Neutralsalzen seine Löslichkeit und Mischbarkeit (S. 876). — Faserstoff mit Wasser, ohne Zusatz von lösendem Salze, sich selbst überlassen, wird mit der Zeit unter Entwickelung von Ammoniak flüssig. Die Flüssigkeit verhält sich einer Eiweißlösung vollkommen gleich (S. 881).

S. 883 theilt Liebig das Verfahren von Le Canu und Denis mit, den Faserstoffgehalt der Blutkörperchen zu beweisen. Ohne Zweifel besteht deren Grundlage aus Faserstoff, allein der nach jener Methode (nach Zusatz von Glaubersalz zum frischen Blute aus dem beim Filtriren zurückbleibenden gallertartigen Magma) erhaltene möchte doch wohl größtentheils der vorher aufgelöst'te gewesene, mit den Blutkörperchen in Verbindung gebliebene, unvollständig geronnene Faserstoff sein. Durch das Mikroskop ist man im Stande, dies nachzuweisen.

Der rothe Farbestoff befindet sich auch nach Liebig's Meinung in einer chemischen Verbindung mit dem Eiweiß (S. 884). Das Hämatin ist ein Zersetzungsproduct (S. 886), auf dessen wesentliche Eigenschaften das Eisen keinen bedingenden Einfluß äußert (S. 887). Das Eisen findet sich als Eisenoxyd im Blute, wie (S. 888) bewiesen wird. Auch ist wahrscheinlich der Phosphor des Eiweißes und Faserstoffs im oxydirten Zustande vorhanden (S. 891). Auf die Richtigkeit des Gehalts an diesem Bestandtheil kann man bei der Unsicherheit der Bestimmungsmethode der Phosphorsäure überhaupt wenig Gewicht legen (S. 892).

---

[1]) Herr Professor Liebig wird hoffentlich später sein Versprechen lösen. Für den Augenblick mag die Bemerkung genügen, daß auf die neueren Arbeiten desselben über Thierchemie in mehren demnächst folgenden Artikeln, z. B. in dem Artikel »Ernährung,« die geeignete Rücksicht genommen werden wird. Uebrigens sind die Hauptresultate dieser Forschungen bereits in den Annalen der Chemie und Pharmacie, im Handwörterbuch der Chemie, in einer besonderen Abhandlung: »die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie,« und selbst größtentheils in der Augsburger allgemeinen Zeitung mitgetheilt, daher Jedermann leicht zugänglich. Anm. d. Red.

Sehr intereſſant ſind die von Playfair und Böckmann mitgetheilten vergleichenden Analyſen der Elementarbeſtandtheile des Ochſenbluts und Ochſenfleiſches. Sie ergeben eine vollſtändige Identität beider Subſtanzen (S. 897).

Sauerſtoff kann nicht im Blute diffundirt ſein (S. 899). Das von Magnus durch die Luftpumpe oder durch Waſſerſtoffgas aus dem Blute erhaltene Kohlenſäuregas iſt durch Zerſetzung des doppeltkohlenſauren Natrons entwickelt worden. Da nach Marcet 1,65 Theile kohlenſaures Natron in 1000 Theilen Serum ſich finden, ſo geben, falls das Alkali ein doppeltkohlenſaures iſt, 1000 Volum Serum 700 Volum Kohlenſäure, oder 1000 Volum Blut 609 Volum von dieſem Gas, wenn daſſelbe aus ſeiner Verbindung mit dem Alkali vollſtändig verdrängt wird, und die Hälfte davon, wenn das doppeltkohlenſaure Natron nur in einfachkohlenſaures verwandelt wird. Die 271 Vol. Kohlenſäure, welche Magnus in 6 Stunden aus 1000 Volum Blut vermittelſt Waſſerſtoffgas erhielt, iſt alſo etwas weniger als das Volum Kohlenſäure, welches frei wird, wenn das doppeltkohlenſaure Natron in neutrales verwandelt wird. Die größere Menge Kohlenſäure (373 — 540 Vol.), welche binnen 24 Stunden frei ward, entſteht nach Liebig offenbar durch Zerſetzung des neutralen Salzes, vielleicht in Folge der Bildung von Milchſäure. Dieſe Kohlenſäure iſt nach ihm nicht die Folge einer durch das Waſſerſtoffgas bewirkten Zerſetzung, weil ſowohl die nach Fällen des Bluts durch Alkohol abfiltrirte Flüſſigkeit, wie auch das unveränderte Blut nach Zuſatz von Kochſalz, wodurch die Fäulniß aufgehoben wird, auch noch an Waſſerſtoffgas Kohlenſäure abgiebt. (Ob in beiden Fällen auch ſpäterhin dieſelbe Menge Kohlenſäure wie aus dem unvermiſchten Blut durch das Waſſerſtoffgas ausgetrieben wird, findet ſich leider nicht erwähnt.)

Obgleich Liebig behauptet, daß die Meinung, die Kohlenſäure ſei im Blute in der Form von doppeltkohlenſaurem Natron vorhanden, keine Art von Verſuch oder Beobachtung gegen ſich habe und als bewieſen angeſehen werden müſſe (S. 901), ſo beſtreitet er doch nicht, daß im Serum von Ochſenblut das Alkali nur theilweiſe mit Kohlenſäure geſättigt ſein müſſe, weil daſſelbe ſein doppeltes Volum Kohlenſäure aufnimmt (S. 877). Auch nimmt er an, daß die Kohlenſäure Verbindung mit dem Blutroth eingehen könne (S. 884).

H. Naſſe.

Chylus.

Der Milchſaft (Chylus) iſt die von den lymphatiſchen Gefäßen des Nahrungskanals (Milchgefäßen, vasa lactea) aufgenommene, durch den Milchſaftgang dem Blute zugeführte Flüſſigkeit.

Schon bei A. v. Haller [1]) finden wir einzelne Bemerkungen von früheren Anatomen über die äußeren Eigenſchaften des Chylus; eine genauere chemiſche Unterſuchung iſt aber erſt von Reuß und Emmert [2]) angeſtellt worden. Darauf haben Hallé [3]), W. Brande [4]), A. Marcet [5]) und Prout [6]) die Eigenſchaften des Chylus nach der Verſchiedenheit der Nahrung zu erforſchen geſucht. Die von der Pariſer Academie über die Verdauung aufgeſtellte Preisaufgabe veranlaßte Leuret und Laſſaigne [7]), ſich ebenfalls mit Unterſuchung der Lymphe und des Milchſafts zu beſchäftigen; die Analyſe fiel jedoch nur dürftig aus. Gleich darauf beſchenkten Tiedemann und Gmelin die Wiſſenſchaft mit ihrem ſeit vielen Jahren vorbereiteten Werke über die Verdauung [8]), in welchem ſich die intereſſanteſten Beobachtungen über den Chylus befinden. Bei den in der neuern Zeit wieder erwachten mikroſkopiſchen Studien ward auch der Chylus nicht vergeſſen. Unter Andern haben C. H. Schultz [9]) ſo wie R. Wagner [10]) dieſem Gegenſtand ihre Aufmerkſamkeit geſchenkt, und auch von mir [11]) iſt der Chylus vieler Thiere unter Anwendung chemiſcher Reagentien mikroſkopiſch unterſucht worden. Die neueſte Zeit hat nun noch die große Lücke, welche die Chemie bis jetzt hier gelaſſen, und welche ſchon der für die Wiſſenſchaft zu früh verſtorbene Emmert auszufüllen verſprochen hatte, zu beſeitigen geſucht. Rees [12]) und ſo eben auch noch Simon [13]) haben ausführliche Analyſen des Chylus geliefert. — Außerdem ſind

---

[1]) Elementa physiologiae c. h. Bernae 1765. T. VII. p. 61—63.

[2]) a. Reuß und Emmert in Scherer's Journal für allgemeine Chemie, Heft 26, S. 161 und Heft 30, S. 691. Dieſelben Beobachtungen finden ſich auch in C. L. Werner, Dissert. inaug. sistens experimenta circa modum, quo chymus in chylum mutatur. Praeside J. H. T. Autenrieth. Tübing. 1800. p. 35. b. Emmert in Reil's Archiv für Phyſiol. B. VIII. S. 147 u. ff.

[3]) In Fourcroy Système des connaissances chimiques. T. X.

[4]) Philosophical Transactions. For the year 1812.

[5]) Medico-chirurgical Transactions. 1815. Vol. VI. p. 618. — Annales de chimie et de physique. Paris. T. II.

[6]) Annals of philosophy. Vol. XIII. p. 12. u. 263. Ueberſetzt in J. S. C. Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XXVIII.

[7]) Recherches physiologiques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion. Paris 1825.

[8]) Die Verdauung nach Verſuchen. 2 Bde. Heidelberg 1826—27.

[9]) Syſtem der Circulation. Stuttgart u. Tübingen 1836.

[10]) a. In Hecker's litter. Annalen. 1834. Februarheft. b. Beiträge zur vergleichenden Phyſiologie des Bluts. Leipzig 1838.

[11]) Unterſuchungen zur Phyſ. und Pathologie von F. und H. Naſſe. B. II.

[12]) Philosophical Magazine. February. p. 151. — Medic. Gazette for jan. 1841. T. I. f. Deutſch unter Anderm in Froriep's Notizen. 1841. April.

[13]) Schmidt's Jahrbücher. 1841. B. XXXII. Heft 1.

noch manche einzelne schätzenswerthe Notizen über diese Flüssigkeit vorhanden, wohin namentlich die von Valentin und Th. Bischoff über den Chylus von Enthaupteten zu rechnen sind.

Der Chylus zeigt sowohl nach der Thierart, wie nach der Nahrung und nach dem Orte, woher er genommen ist, manche Verschiedenheit, und es ist daher durchaus unmöglich, daß die Angaben über ihn zusammenstimmen. Nur von dem Milchsaft größerer Thiere besitzen wir vollständige chemische Analysen, hauptsächlich von dem des Pferdes und Esels; die mikroskopische Untersuchung erstreckt sich auf alle Wirbelthiere. In Beziehung auf den durch die Nahrung bedingten Unterschied hat man den Chylus nach Fleischnahrung mit dem nach Pflanzennahrung und beide mit einem beim Hungern gebildeten verglichen; und in Rücksicht auf den Ort unterschied man bei der Untersuchung den Chylus vor dem Durchgang durch die Mesenterialknoten, nach demselben vor der Beimischung der Milzlymphe, so wie den im oberen Ende des ductus thoracicus befindlichen. — Die wesentlichsten, in der chemischen Zusammensetzung begründeten Merkmale sind allen Arten des Chylus eigenthümlich; in der äußern Beschaffenheit finden sich aber manche Differenzen, selbst wenn wir zunächst auch nur den Chylus nach dem Durchtritt durch die Lymphknoten des Mesenteriums, so wie er sich bei der Verdauung der gewöhnlichen Nahrung bildet, betrachten.

Die Menge, in welcher man den Chylus aus dem Milchbrustgang erhält, hängt bei derselben Thierart sowohl von der Zeit der Verdauung, als von der Beschaffenheit und Menge der genossenen Nahrung ab. Flüssige Nahrung, namentlich Milch, bildet schneller Milchsaft als feste, und nach sehr starker Fütterung muß man längere Zeit warten, um die Chyluskanäle angefüllt zu finden, als nach einer weniger reichlichen. Je nahrhafter die Kost, desto mehr Chylus wird natürlich gebildet. So kommt es denn, daß man bald schon 2, bald 4, bald erst 6 Stunden nach der Aufnahme der Nahrung den Milchsaft in der größten Menge antrifft. Unterbindet man dann nach Tödtung des Thieres den ductus thoracicus, so fließt der Inhalt aus dem Einstich zuweilen in einem so starken Strome wie das Blut aus einer geöffneten gleich großen Vene aus. Bei Pferden läßt sich im günstigsten Falle gegen acht Unzen, bei einem großen Hunde gegen eine halbe Unze, bei einer Katze ungefähr zwei Scrupel, bei einem Kaninchen höchstens ein halber Scrupel auffangen. So lange, als die Darmbewegung noch fortdauert, hält der Ausfluß, wenn auch in verminderter Menge, an und kann durch Drücken des Bauches etwas vermehrt werden. — Wie groß bei dem Menschen die ganze Menge Chylus ist, welche nach einer reichlichen Mahlzeit gebildet wird, läßt sich schwer bestimmen. Haller [1]) schätzt sie für 24 Stunden auf 4—8 Unzen, was aber, wie schon Burdach [2]) bemerkte, zu wenig ist, da schon bei einem Hunde wahrscheinlich ein Pfund binnen dieser Zeit in das Blut gelangt.

Der aus gewöhnlicher Kost gebildete Chylus ist eine samenartig riechende, schwach salzige, etwas süßlich schmeckende, meist alkalisch oder neutral (nach Tiedemann und Gmelin) reagirende, etwas klebrige Flüssigkeit, bei den Säugethieren von einer trüben oder wolkigen, milchweißen, gelbweißen, graulichen oder röthlichen Farbe, bei den Vögeln, Amphibien und Fischen aber von fast farbloser, durchsichtiger Beschaffenheit. Nach Macaire und Marcet [3])

---

[1]) A. a. O.
[2]) Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Leipzig, 1840. B. VI. S. 292.
[3]) Annales de chimie et physique. Paris. T. LI. p. 375.

iſt er bei den Pflanzenfreſſern klarer und durchſichtiger, bei den Fleiſchfreſſern dichter und milchiger, und J. Müller [1]) nennt ihn daher bei jenen der Lymphe ähnlicher; indeſſen findet ſich doch auch bei Rindern, Pferden und Kaninchen ein milchiger Chylus, falls die Thiere nur kräftige Nahrung erhalten haben. Tiedemann und Gmelin [2]) bemerkten zwiſchen dem der Pferde, Hunde und Schafe gar keinen Unterſchied, außer daß er bei letzteren etwas weniger trübe war. Den weißeſten Chylus, völlig der Milch gleich an Farbe, habe ich bei den Katzen gefunden, gleichviel welche Nahrung dieſelben erhalten hatten. — Schon Elsner [3]) und A. Monro [4]), ſo wie Reuß und Emmert [5]) fanden eine röthliche Farbe des Chylus, und die meiſten neueren Schriftſteller beſtätigen dieſe Angabe. Bald war der Chylus roſenroth oder ſchwach nelkenroth, bald ſcharlach- oder zinnoberroth, und ſelbſt zuweilen (nach Emmert) dunkelroth. Am ſeltenſten war er nach Tiedemann und Gmelin [6]) unter den drei von ihnen unterſuchten Säugethieren bei dem Schafe röthlich. Nur beim Pferde ſah ihn Müller [7]) überhaupt von dieſer Farbe; Simon [8]) berichtet, daß er beim Pferde hellroth, fleiſchfarben bis blutroth ausſehe; doch auch hier iſt er nach Gurlt [9]) zuweilen gelblich. Der aus ganz friſchen Meſenterialknoten auslaufende hatte nach meinen Beobachtungen niemals dieſe Eigenſchaft, eben ſo wenig jemals der des Milchſaftganges bei Kaninchen und Katzen; nur dem zuletzt auch ſpärlich ausfließenden miſchte ſich etwas Blut bei, das ihn röthete. Andere Beobachter, wie Reuß und Emmert [10]), Vauquelin [11]), Prout [12]) und Seiler [13]) bemerkten, daß, je höher hinauf in dem Milchſaftgang, deſto ſtärker die rothe Farbe ſei. Nach Schultz [14]) war nur der zuerſt aus dem ductus thoracicus ausfließende Chylus geröthet, nicht der beim Druck auf die Baucheingeweide ſpäterhin zum Vorſchein kommende. Die rothe Farbe ſoll zunehmen, wie zuerſt Hallé [15]) beobachtete, und Reuß und Emmert [16]) beſtätigt fanden, wenn der Chylus einige Zeit an der Luft ſteht, und ſich von der Oberfläche nach der Tiefe zu verbreiten. Auch ſelbſt der vorher farbloſe Chylus ſoll nach den beiden zuletzt genannten Beobachtern und nach Krimer [17]) an der Luft jene Farbe annehmen. Sowohl in dem Lymphbruſtgang ſterbender Thiere als in Leichen hat Seiler [18]) ihn ſich an der Luft röthend oder geröthet gefunden. J. Müller [19]) läugnet indeß die Röthung an der Luft, und ich habe weder bei Kaninchen noch bei Katzen gefunden, daß der weißliche, aus dem Milchſaftgang aufgefangene Chylus an der Luft ſeine Farbe änderte. — Nach Tiedemann und Gmelin [20]) macht Sauerſtoff die

---

[1]) Handbuch der Phyſiologie. 4te Aufl. Coblenz 1841. B. I. S. 203.
[2]) A. a. O. Bd. II. S. 86.
[3]) S. bei Emmert, Reil's Archiv. Bd. VIII. S. 193.
[4]) Vergleichung des Baus der Fiſche mit dem Bau der Menſchen. A. d. E. von Schneider. Leipzig. 1787 S. 43.
[5]) Reil's Archiv. Bd. VIII. S. 190. [6]) A. a. O. S. 77.
[7]) Handbuch der Phyſiologie. 3te Aufl. Bd. I. S. 145.
[8]) A. a. O. S. 5.
[9]) Lehrbuch der vergl. Phyſiologie der Hausſäugethiere. Leipzig 1837. S. 138.
[10]) A. a. O. S. 145.
[11]) Annales du muséum national d'histoire naturelle. Paris. T. XVIII. p. 240.
[12]) A. a. O. S. 510.
[13]) Zeitſchrift für Natur- und Heilkunde, herausgegeben von den Profeſſoren der med. chir. Academie in Dresden. Bd. II. S. 353.
[14]) A. a. O. S. 157. [15]) A. a. O. p. 66. [16]) A. a. O. S. 166.
[17]) Verſuch einer Phyſiologie des Bluts. Leipzig 1823. S. 121.
[18]) A. a. O. S. 56. [19]) A. a. O. S. 145.
[20]) A. a. O. Bd. I. S. 248.

röthliche Farbe heller, aber nicht intensiv röther; Kohlensäuregas und Stickgas verändern dieselbe ins Bräunliche, Schwefelwasserstoffgas ins Grüne. Krimer fand, daß Wasserstoffgas die Farbe des rothen Chylus nicht veränderte, eben so wenig kohlensaures Gas und Stickgas die des weißen. Wenn letzterer nach 20 Stunden aus diesen Gasen an die atmosphärische Luft gebracht wurde, so färbte er sich hellroth. Nach Emmert [1]) ist der rothe Farbestoff in Wasser löslich und wird durch Säuren vernichtet; er haftet am stärksten am Faserstoff. Von den Ursachen der rothen so wie der weißen Farbe des Chylus wird späterhin die Rede sein. Der samenartige Geruch kömmt nach Purkinje [2]) wahrscheinlich von Alkali und phosphorsaurem Kalke her. — Durch Schütteln mit Aether klärt sich, wie schon Müller [3]) angiebt, der weiße Chylus etwas, nie jedoch gänzlich auf. Man kann mit vollem Recht behaupten, daß die Aufklärung desto vollkommener wird, je milchähnlicher der Chylus aussieht. Nach dem Verdunsten des Aethers sammelt sich oben eine Fettschicht an, und unten bildet sich ein weißlicher Satz. Essigsäure macht den Milchsaft durchsichtiger, Salpetersäure und Siedehitze trüben denselben durch Coaguliren des Eiweißes. Zusatz von Essigsäure hebt die Trübung zum Theil wieder auf, und Verdünnung mit Wasser bewirkt dann eine partielle Auflösung. Durch Ammoniak wird er (nach R. Wagner [4]) und mir [5]), gerade so wie Eiter, in eine homogene schleimige Masse verwandelt. Dasselbe thut nach Wagner auch kaustisches Kali. — Von Sauerstoffgas nimmt der Chylus nach Tiedemann und Gmelin [6]) 0,062, von Kohlensäure 0,611 seines Volumens auf. Stickgas absorbirt er nicht. Nach Krimer [7]) verwandelt er das Sauerstoffgas in Kohlensäure.

Der frisch aufgefangene Chylus aller Thiere gerinnt, nachdem er 9—12 Minuten an der Luft gestanden (Brande: 10 Min.; Krimer: 12 M. beim Pferd, 9 M. beim Ochsen; Tiedemann und Gmelin: 10 M. beim Pferde; Arnold: 10—20 M.; E. Burdach: 2—3 M.; ich: bei der Katze 10 M.). Nach einiger Zeit, bald in 52 Minuten (Krimer beim Ochsen), bald in 4 Stunden (Tiedemann und Gmelin beim Pferde), bald noch später (Brande), scheidet sich ein kleiner Kuchen von dem Serum ab. Auch in dem Milchsaftgang kann die Gerinnung erfolgen, wie schon Pecquet und Bartholin von den Gerinnseln in der cisterna chyli berichten; in den Leichen wird er zuweilen deßhalb nicht geronnen gefunden, weil er wahrscheinlich wieder flüssig geworden. Die stärkste Gerinnung beobachteten Tiedemann und Gmelin [8]) bei dem Pferde, dann bei dem Hunde, die schwächste beim Schafe. Sie fanden die Gerinnung immer unvollständig, bevor sich nicht die Milzlymphe dem Milchsaft beigemischt hat. In Sauerstoff erfolgt sie rascher, in Schwefelwasserstoffgas langsamer [9]).

Der Kuchen, welcher sich zu Boden senkt, falls er nicht an der Wand des Gefäßes irgendwo anhängt, ist bald zäher, bald weicher, leicht zerreißbar, sogar oft nur gallertartig; bleibt er im Blutwasser, so löst er sich zuweilen mit der Zeit wieder in demselben auf. An ihm haftet der Riechstoff des Chylus. Das Serum ist immer klarer als der ganze Chylus, indeß keineswegs immer klar, meist weiß gelblich, zuweilen röthlich, seltner weiß oder milchig. Sein

---

[1]) A. a. O. S. 155.
[2]) Encyclop. Wörterbuch der medic. Wissenschaften. Berlin 1831. B. VII. S. 637.
[3]) A. a. O. B. I. S. 248. [4]) Beiträge. Heft II. S. 26. [5]) A. a. O. S. 14
[6]) A. a. O. [7]) A. a. O. [8]) A. a. O. B. II. S. 82.
[9]) Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmkanal ins Blut gelangen. Heidelberg 1820. S. 19.

specifisches Gewicht beträgt nach Marcet [1]) 1021 — 1022; es muß aber oft noch weniger sein, da Lassaigne [2]) als Eigenschwere des Serums des Kuhchylus 1013 und Rees [3]) die des Chylus bei einem Esel 1012 fand. An der Luft trübt es sich bald, bildet einen Bodensatz (Chyluskörperchen und Blutscheibchen). Zuweilen setzt das Chylusserum auch, wie schon Haller [4]) beobachtete, an der Oberfläche einen fetten Rahm ab. — Es reagirt wie ein verdünntes Blutwasser, besonders auf alle Reagentien des Eiweißes und Kochsalzes, außerdem aber auch auf die des Eisens. Zuweilen gerinnt es über dem Feuer nur unvollständig (nach Tiedemann und Gmelin). Ich habe sehr oft durch Zusatz von Essigsäure einen Niederschlag in ihm erzeugt. Durch Aether gerinnt es nicht, wie schon Tiedemann und Gmelin [5]) bemerkten.

Das quantitative Verhältniß des Kuchens zum Serum ist sehr verschieden; nach Tiedemann und Gmelin [6]) zwischen 1:20 und 1:94 schwankend; bei dem Pferde findet sich der größte Kuchen, ein kleinerer bei den Hunden und der geringste bei den Schafen. Auch ist nach den verschiedenen Saugaderstämmen das Verhältniß verschieden; nämlich je weiter nach dem Darm zu, einen desto kleinern Kuchen soll der Chylus geben.

Unter dem Mikroskop entdeckte Leeuwenhoek [7]) kleine, in einer Flüssigkeit suspendirte, farblose Körperchen im Chylus, die von Hewson [8]) bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien genauer untersucht worden. Letzterer schreibt denselben eine oblonge Form zu; obgleich diese Gestalt allerdings auch vorkommt, so ist die gewöhnlichste doch die kugelige, wenn auch nicht ganz regelmäßig sphärische, zuweilen selbst eckige, bald mehr längliche, bald mehr platte. Namentlich haben nach Wagner [9]) im Brustgang mehr Körperchen diese letzte Form im Vergleich mit den kugeligen der Mesenterialknoten. Einige schienen ihm beim Kaninchen sogar biconcav zu sein. — Aus den Gekrösknoten habe ich bei keinem Thiere, falls die Untersuchung bald nach dem Tode angestellt wurde, als Mehrzahl platte Körperchen erhalten; nur einzelne näherten sich dieser Gestalt. Sobald aber der Chylus mehre Tage alt geworden, oder die Körperchen zwischen den Glasplättchen gedrückt wurden, zeigten sie sich platt. Auch die aus dem Milchbrustgang erkannte ich als sphärisch. — Die längliche Form fand Wagner am deutlichsten bei den Thieren mit länglichen Blutkörperchen, vorzüglich bei den Amphibien. — Der Rand der Chyluskörperchen ist immer etwas uneben, oft fast zackig, die Oberfläche körnig. — Valentin [10]) fand in den Körperchen des Chylus eines Enthaupteten einen Kern, den Th. Bischoff [11]) unter ganz gleichen Verhältnissen nicht entdecken konnte. Ich habe den Kern nur erst beim Eintrocknen erkannt; außerdem bisweilen bei Anwendung von Essigsäure. Nach Wagner [12]) sind einzelne Körperchen mit einem runden Saum oder Hof umgeben. Auch ich fand manche dieser Art, weiß aber nicht, ob der Saum ihnen ursprünglich angehört oder erst nach der Gerinnung des Faserstoffes entstanden ist. Neben den Chyluskörperchen findet sich nämlich immer noch ein trüber, feinkörniger, dem geronnenen Käsestoff mikroskopisch ähnlicher Niederschlag,

---

[1]) Annales de chimie et physique. T. II. p. 52.
[2]) Journal de chimie médicale. 1831. p. 605. [3]) A. a. O. [4]) A. a. O.
[5]) Ueber die Verdauung. B. I. S. 12. [6]) Ebendaselbst B. II. S. 82.
[7]) Experiment. et contempl. Ep. LVI. p. 12.
[8]) Disquisitio experimentalis de sanguinis natura. Lugd. Bat. 1785. p. 55, 103.
[9]) Beiträge. Heft II. S. 25.
[10]) Repertorium für Anatomie und Physiologie. B. I. S. 278.
[11]) Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1838. S. 497.
[12]) A. a. O. S. 26.

der wahrscheinlich erst nach dem Tode oder bei dem Gerinnen des Chylus außerhalb des Körpers entsteht. Chemisch verhält sich derselbe ganz so wie der Hof um die Kügelchen, ist schwer in Essigsäure und nicht in Aether löslich. — Außer diesen eigentlichen Chyluskörperchen finden sich, wie Haller schon bemerkt, in dem Milchsaft des Brustgangs erstens noch Fettkügelchen von sehr verschiedener Größe. Schultz [1]) sah sie bei Hunden und Kaninchen, Simon [2]) erwähnt sie bei dem Pferde, Valentin [3]) fand sie in dem Chylus eines Enthaupteten. Ich habe sie bei den pflanzenfressenden Säugethieren höchst selten in den Mesenterialknoten angetroffen, zahlreicher bei den fleischfressenden. Bei Menschen fehlten sie nie gänzlich; in einem Falle bei einem Trinker, der vor dem Tode mehre Tage gefastet und kein Fett genossen hatte, bestand der Milchsaft der Mesenterialknoten aus weiter nichts als Fettkügelchen. Bei einer mit Milch und gekochtem Fleische, so wie bei einer andern mit Brod und Fleisch gefütterten Katze enthielt der weiße Chylus des Brustgangs dort gar keine, hier nur einige ganz kleine Oelkügelchen, aber eine sehr große Menge noch feinere, blassere, in kleinen unregelmäßigen, zum Theil auch kugeligen Flocken zusammenhängende Partikelchen, die durch Aether aufgelöst wurden und aus festem Fett bestanden. Eben so wenig habe ich in ganz frischem Chylus eines Kaninchens Oelkügelchen gefunden, so daß ich mit J. Müller der Meinung bin, daß nur ausnahmsweise solche im Chylus vorkommen und meist erst außerhalb des Körpers sich bilden. Daher denn auch Wagner [4]) bei der fettesten Nahrung kein Fetttröpfchen finden konnte. — Nach Schultz [5]) gehen die Fettkügelchen durch die kleinsten Stufen in die Chyluskörperchen über, sowohl was die runde und eckige Gestalt, als was die körnige und durchscheinende Oberfläche und den dunkeln und hellen Rand anbetrifft (die Fettkügelchen sind nämlich kugelrund und am Rande stark dunkel schattirt). Bruns [6]) tritt dieser Annahme bei; indessen haben Wagner und ich schon früher erklärt, diese Uebergänge nicht finden zu können. — Ich muß hier noch einer eigenthümlichen Art von Körperchen gedenken, die in dem Chylus der Mesenterialknoten in ziemlich großer Menge vorkommen, und deren Beschreibung weder mit der der eigentlichen Chyluskörperchen, noch mit der der Fettkügelchen übereinstimmt. Sie sind im Ganzen etwas größer, heller, viel undeutlicher, weniger sphärisch, stärker körnig; einzelne, wahrscheinlich auch zu ihnen gehörende, sind ganz blaß, von verschiedener Größe, von unbestimmten Gränzen. Während sie zugleich mit den übrigen Chyluskörperchen bei dem Eintrocknen ihre bestimmte Begränzung verlieren, unterscheiden sie sich von diesen dadurch, daß sie verhältnißmäßig jetzt viel deutlicher als vorher werden, einen gefärbten Schein bekommen und viel dunkler als die übrigen aussehen, sobald sie etwas vom Objectivglas entfernt werden; diesem genähert scheinen sie ganz hell. Gerade umgekehrt verhalten sich die vor dem Eintrocknen deutlicher gewesenen Chyluskörperchen. Durch Essigsäure werden sie mehr angegriffen als die dunklerer Art. Auffallend war mir, daß bei dem Hammel ihre Zahl viel geringer ist als bei dem Ochsen, eben so bei dem Kalbe und dem Schweine. Je länger das Thier gefastet hat, je weniger flüssig der Saft der Mesenterialknoten ist, desto zahlreicher sind sie. Sie fehlen nicht bei dem Fötus. Ich würde diese Art von Körperchen unbedenklich für die den Gekrösknoten eigenthümlichen (bisher von Niemand beschriebenen) halten, wenn ich sie nicht auch vor dem Durchgang durch diese Organe in

---

[1]) A. a. O. S. 43. [2]) A. a. O. [3]) A. a. O. [4]) A. a. O.
[5]) A. a. O. S. 40.
[6]) Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1841. S. 140.

dem Milchſaft gefunden und in einem Fall bei einem Menſchen in der Meſenterialdrüſe, in welcher nur Fetttröpfchen und unregelmäßig geſtaltete Eiweißpartikelchen ſich befanden, vergebens geſucht hätte. Ich geſtehe, daß ich deßhalb nicht recht weiß, was ich aus ihnen machen ſoll. Sollten zu ihnen vielleicht auch die fettarmen Chyluskörperchen gehören? — Die meiſten Beobachter haben zweitens in dem Chylus des Bruſtgangs auch vollſtändige Blutkörperchen gefunden, ſo Chr. Schmidt[1]), Schultz[2]), Fr. Arnold[3]), Gurlt[4]), Valentin[5]), Simon[6]). Schultz ſah ſie ſchon gleich nach dem Durchgang des Chylus durch die Meſenterialknoten; er beobachtete ferner die mannigfaltigſten Uebergangsformen zwiſchen den Chyluskörperchen und Blutkörperchen. Durch zartere, dünnere, auch nicht ſo platte Hüllen, geringen Gehalt an Farbeſtoff, ſtarkes Durchſcheinen des Kerns, geringe Veränderbarkeit durch Waſſer unterſchieden ſie ſich mehr oder weniger von den letzteren. Bei einigen umſchloß die Hülle den Kern dicht, bei anderen war ſie ſchon größer und umgab den Kern locker. Auch hierin ſtimmt Bruns[7]) mit Schultz überein. Die übrigen Beobachter erwähnen dieſer Uebergangsformen nicht, falls man nicht die ſchon vorher erwähnten, platten, biconcaven, ſonſt von den andern ſphäriſchen nicht verſchiedenen Chyluskörperchen von Wagner hierher zählen will. Auch mir ſind ſie nie zu Geſichte gekommen. Nicht einmal vollſtändige Blutkörperchen konnte ich in dem Chylus, bei ſtrotzender Anfüllung der Milchgefäße, jedesmal gewahr werden, falls ich den Bruſtgang ſo eröffnete, daß ſich von außen kein Blut beimiſchen konnte. Dies vermeidet man dadurch am beſten, daß man den nach der Unterbindung ſtrotzenden Kanal loslöſ't von ſeinen Umgebungen, nochmals weiter unten unterbindet, dann das doppelt durch den Faden geſicherte Stück ausſchneidet und abſpült, ehe man es anſticht.

Die Größe der Chyluskörperchen beſtimmte Wagner[8]) im Durchſchnitt auf 0,0033‴; dieß gilt ſowohl für die aus den Meſenterialknoten als aus dem Bruſtgang erhaltenen. Dort iſt die Differenz größer, nämlich 0,0016—0,0060‴ (bei Schafen); hier beträgt ſie nur 0,0025—0,0050‴ (bei Kaninchen). Schultz[9]) giebt die Größe der wahren Chyluskörperchen auf 0,0005—0,0008‴ bei Kaninchen und Pferden an (ob hier nicht vielleicht ein Irrthum in der Berechnung vorgefallen?); Gurlt[10]) bei Pferden auf 0,0036‴, Valentin[11]) ſchätzte ſie bei Menſchen auf 0,00264‴, Krauſe[12]) auf 0,0009—0,0015‴; die letztere Größe iſt auch die von Prévoſt und Le Royer[13]) bei Schafen gefundene. Andere, beſonders frühere Beobachter beſchränkten ſich darauf, das ungefähre Verhältniß der Chyluskörperchen zu den Blutſcheibchen zu beſtimmen. So fand Hewſon[14]) letztere ein Drittel ſo groß, Prevoſt und Dumas[15]) halb ſo groß, J. Müller[16]) meiſt bei Kälbern, Ziegen und Hunden kleiner, bei Katzen eben ſo groß, bei Kaninchen zuweilen größer, Arnold[17]) bei Hunden und Menſchen ein Drittel kleiner, eben ſo groß wie die Kerne, Biſchoff[18])

---

[1]) Ueber die Blutkörner. Würzburg 1822. S. 41.
[2]) A. a. O. S. 40, 45.
[3]) Lehrbuch der Phyſiologie des Menſchen. Zürich 1837. Bd. II. S. 175.
[4]) A. a. O. S. 139. [5]) A. a. O. [6]) A. a. O. [7]) A. a. O.
[8]) Hecker's Annalen a. a. O. S. 139. Beiträge Heft II. S. 25.
[9]) A. a. O. S. 39. u. 40.
[10]) A. a. O. S. 138. [11]) A. a. O.
[12]) Handbuch der menſchlichen Anatomie. Hannover 1833. Bd I. S. 499.
[13]) Bibliothèque universelle des Sciences, belles lettres et arts. Genève. T. XXVII. p. 233.
[14]) A. a. O. [15]) Bibliothèque univers. T. XVII. p. 300.
[16]) A. a. O. Bd. I. S. 247. [17]) A. a. O. S. 170, 173. [18]) A. a. O.

bei Hunden meiſt ſo groß wie erſtere. Daß ihre Größe ſehr ſchwankend iſt, haben ſchon Home und Mayo [1]) gefunden. — Meine Ausmeſſungen gaben folgende Größen:

bei Menſchen	0,0024‴	(0,0018 —0,0042‴)
» Ochſen	0,0030‴	(0,00155—0,0048‴)
» Katzen	0,0027‴	(0,00155—0,0043‴)
» Schweinen	0,00264‴	(0,00155—0,0048‴)
» Hammeln	0,00258‴	(0,00155—0,0036‴)
» Kaninchen	0,00228‴	(0,00144—0,0039‴)
» Hunden	0,00228‴	(0,00155—0,0042‴)

Im Milchbruſtgang zeigten ſich auch mir die Chyluskörperchen in weniger ſchwankenden Dimenſionen und im Durchſchnitt etwas kleiner. So waren ſie bei der Katze 0,0025‴ (0,0021—0,0028‴) groß. — Außer dieſen Kügelchen kommen aber noch überall einzelne kleinere Körnchen vor, die ungefähr nur 0,0001—0,0005‴ im Durchmeſſer betragen. Beſonders reichlich fand ich ſie in dem Chylus aus Menſchenleichen. Vielleicht ſind es überall nur Reſte zerfallener Chyluskörperchen. — Die Fettkügelchen haben eine ſehr verſchiedene Größe. Schultz [2]) ſchätzt ſie auf 0,0002—0,0008‴, Bruns [3]) im Chylus der Menſchen auf 0,0006—0,0065‴. Ich habe außer den feinen, kaum meßbaren Fettpartikelchen die Oelkügelchen meiſt 0,0012—0,0024‴, im Durchſchnitt 0,0018‴, groß gefunden. Es giebt übrigens auch noch kleinere. Größere Kügelchen ſcheinen nur erſt von außen eingedrungen oder durch Vereinigung der kleineren entſtanden zu ſein.

Das Verhalten der Chyluskörperchen gegen Reagentien anlangend, ſo wiſſen wir: 1) daß ſie ſich in Waſſer nicht auflöſen. Ich fand, daß die Kügelchen etwas an Größe zunehmen, mit der Zeit blaſſer, undeutlicher, körniger werden und ſich, nachdem die Peripherie zuerſt verſchwunden, in Körner allmälig auflöſen. Mit der Auflockerung, die ſie durch das Waſſer erfahren, hängt auch ihre Formveränderung zuſammen; nicht ſelten ſieht man, daß die auf dem Boden des Tropfens liegenden aus Kugeln in Scheiben ſich umgewandelt haben. Die Chyluskörperchen der Fleiſchfreſſer ſchwellen weniger durch Waſſer auf als die der Pflanzenfreſſer. Auch ſah ich, daß jene ſich viel ſchwerer in Waſſer ſuſpendirt erhalten und raſcher und vollkommener in demſelben auf den Boden fallen. 2) Wiederholt iſt ſchon früher ihr Verhalten gegen Aether unterſucht worden. Tiedemann und Gmelin [4]) fanden die im Chylusſerum ſuſpendirten Kügelchen löslich in Aether; Müller [5]) beſtritt die Löslichkeit der eigentlichen Chyluskörperchen. Nach Schultz [6]) iſt nur die eine Art der Körperchen, nämlich die aus Fett beſtehende, löslich; die andere bleibt unverändert, wird nur durch den Fettverluſt ſchwerer. Die Mittelſtufen ſchrumpfen zum Theil zuſammen. Wagner [7]) ſah, daß ſich Hülle und Kern nach der Behandlung mit Aether deutlicher unterſchieden. Th. Biſchoff [8]) unterſuchte die im Serum ſuſpendirten Körperchen und beobachtete ihre Löslichkeit durch Aether. Wahrſcheinlich waren hier nur Fettkügelchen im Serum vorhanden geweſen, und die Chyluskörperchen faſt alle in die Placenta eingeſchloſſen. Die eigentlichen Chyluskörperchen verſchwinden gewiß nicht durch Aether. Ich habe ſie Tage lang mit dieſer Flüſſigkeit in Verbindung gebracht und fand nur, daß ſie nach und

---

[1]) Outlines of human physiology. By H. Mayo. 3th ed. London 1833. p. 160.
[2]) A. a. O. [3]) A. a. O. [4]) A. a. O. Bd. II. S. 85.
[5]) A. a. O. 4te Aufl. Bd. I. S. 128. [6]) A. a. O. S. 40. u. 42.
[7]) Beiträge a. a. O. [8]) A. a. O.

nach blaſſer und etwas kleiner werden und ſpäter leichter durch Waſſer zerfallen. Die Körner, welche ſie durch Aether verlieren, ſind theils von der übrigen Subſtanz eingeſchloſſen, theils haften ſie an der Oberfläche und verſchwinden daher ſehr raſch durch Aether. 3) Bei Anwendung der Eſſigſäure verkleinern ſie ſich, ohne gänzlich verzehrt zu werden; es bleiben grobkörnige Körperchen von länglicher, bohnenförmiger, eckiger, platter, zuweilen ſelbſt in der Mitte von beiden Seiten eingedrückter Geſtalt übrig, die bei längerer Einwirkung in 2 bis 3 Körner zerfallen. Im Ganzen beträgt der Verluſt ein Viertel des Durchmeſſers. Die Peripherie muß alſo eine andere Zuſammenſetzung haben als die Mitte. Einzelne wenige Körperchen zeigen in Folge der Einwirkung der Eſſigſäure eine durchſichtige Hülle um den Kern, die ſpäter aufgelöſ't wird. Hierin unterſcheiden ſich die Chyluskörperchen aus den Meſenterialdrüſen der Pflanzenfreſſer und Fleiſchfreſſer ebenfalls. Bei dieſen beobachtete ich nie ein Sichtbarwerden einer Hülle.— Die fein granulirte Maſſe, welche in jedem Chylus gefunden wird, iſt nur ſchwer löslich in Eſſigſäure. Eine vorläufige Behandlung mit Aether macht die Körperchen nicht leichter auflösbar in letzterer, eben ſo wenig wie die Behandlung mit dieſer für die Auflöſung durch jenen. 4) Durch Schwefelſäure werden die Chyluskörperchen deutlicher und beſtimmter. 5) Durch kauſtiſche und kohlenſaure Alkalien löſen ſie ſich raſch auf, indem ſie durch Ammoniak und kauſtiſchen Kalk in eine ſchleimige Maſſe verwandelt werden. (Auffallend iſt es, daß mir dies nicht mehr gelang, wenn vorher die Körperchen mit Aether behandelt waren, obwohl eine Auflöſung durch Alkalien dann noch möglich iſt.) Nach Verdünnung mit Waſſer ſchlägt ſich aus der ſchleimigen Maſſe eine flockige Subſtanz nieder, die ſich ganz wie Faſerſtoff verhält. 6) Mehre alkaliniſche Salze, namentlich Kochſalz, bewirken bei concentrirter Einwirkung ein Zerfallen der Körperchen in einzelne Körner und eine Umwandlung in eine ſchleimige Maſſe, aus welcher der Zuſatz von Waſſer ebenfalls Faſerſtoffflocken wieder ausſcheidet. — Die in einer nicht ſehr concentrirten Kochſalzauflöſung aufgeſchwämmten Chyluskörperchen zerſetzen ſich auf dieſe Weiſe beſonders leicht unter Sauerſtoffgas, nur ſehr langſam unter Kohlenſäuregas [1]). E. Burdach [2]) ſah durch erſteres die Körperchen ihre Körnchen verlieren, woraus er ſchließt, daß alle Körnchen den Chyluskügelchen bloß anhaften, nicht von ihnen eingeſchloſſen werden.

Aus dieſen Verſuchen läßt ſich nun für die chemiſche Natur der Körperchen der Schluß bilden, daß ſie aus Fett und Faſerſtoff beſtehen müſſen; nur ein Theil ihrer Peripherie kann Käſeſtoff ſein.

Die Farbe des Chylus iſt faſt ausſchließlich der Anweſenheit der verſchiedenen in ihm ſuſpendirten Körperchen zuzuſchreiben. Die eigentlichen Chyluskörperchen machen für ſich allein die Flüſſigkeit nur trübe, molkig, die Fettkügelchen aber weiß, milchig. Dies iſt die einfache Löſung des Widerſpruchs zwiſchen Tiedemann und Gmelin [3]) einerſeits und Müller [4]) und E. H. Weber [5]) andererſeits. Erſtere ſchreiben die weiße Farbe des Chylus dem Fettgehalte zu, letztere den Chyluskörperchen. Arnold [6]) vertheidigte die erſtere Anſicht. Schultz [7]) wies aber ſchon darauf hin, daß man zwiſchen Fettkügelchen und Chyluskörperchen unterſcheiden müſſe. Da ferner die Placenta

---

[1]) Unterſuchungen zur Phyſ. u. Pathol. Bd. II. S. 181.
[2]) Phyſiologie von K. F. Burdach. Bd. VI. S. 516.
[3]) A. a. O. [4]) A. a. O.
[5]) Hildebrandt's Handbuch der Anatomie. 4te Ausg. Braunſchweig 1830. Bd. I. S. 160.
[6]) A. a. O. S. 137. [7]) A. a. O. S. 45.

größtentheils die letzteren einschließt, die ersteren aber fast gänzlich im Blutwasser suspendirt bleiben, so muß das Resultat der Behandlung mit Aether ein verschiedenes sein, je nachdem man, wie Müller, den frischen oder durch Rühren seines Faserstoffs beraubten Chylus, oder, wie Bischoff [1]), nur das Serum desselben untersucht, und, wenn Ersteres der Fall ist, je nachdem die Thiere vorher viel gefressen oder gehungert haben, denn der Milchsaft von letzteren enthält im Verhältniß zu den Chyluskörperchen äußerst wenig Fettpartikelchen. In dem Maße der Milchsaft reich an letzteren ist, gleicht er auch mehr der Milch und verliert seine Trübung durch Aether; und diese Aufklärung ist zuweilen fast ganz vollständig, indem es milchweißen, durch Fett getrübten Chylus giebt, in welchem nur äußerst wenig Chyluskörperchen vorkommen.

Daß der Farbestoff des rothen Chylus Blutroth ist, hatten Tiedemann und Gmelin aus seinem Verhalten gegen Reagentien (s. oben) geschlossen, und Hünefeld [2]) zeigte, daß die qualitativen Eigenschaften beider Stoffe gleich sind. (Eine Elementaranalyse fehlt indessen noch.) Daß der Farbestoff an den Chyluskörperchen haftet, nicht im Serum aufgelöst ist, wurde schon von Monro [3]) angegeben und besonders von Arnold [4]), welcher die gerötheten Körperchen für neu entstandene Blutkörperchen ansieht, vertheidigt. Es handelt sich nur um die Frage, ob auch farblose Chyluskörperchen durch die Einwirkung der Luft sich röthen können. Dies wird von vielen Physiologen angenommen, indem sie sich auf die von Emmert [5]) u. A. erzählte Thatsache stützen, daß der Chylus oft erst an der Luft sich röthet, seine Farbe aus dem Gelbgrauen in ein Pfirsisch-Blutroth umwandelt. Unter Anderen hat Krimer [6]) diese Behauptung bestimmt ausgesprochen, nachdem Emmert zuerst die Entstehung des Farbestoffs auf diese Weise als wahrscheinlich dargestellt hatte. Indessen scheint es, als ob die Sache keineswegs als entschieden angenommen werden dürfe. Erstens findet man bald einen farblosen Chylus, der sich nicht an der Luft röthet, und bald einen schon in dem Brustgang vor dem Zutritt der Luft gerötheten; zweitens nimmt der röthliche Chylus in Sauerstoff nie eine stärkere, sondern immer nur eine hellere Röthe an; drittens steht der Grad der Röthe immer in gradem Verhältniß zu der Menge der Blutkörperchen, und viertens enthält das Blut immer eine große Menge farbloser, offenbar aus dem Chylus herstammender Kügelchen, die weder nach dem häufigen Durchgang durch die Lungen, noch an der Luft außerhalb des Körpers sich röthen, so daß es scheint, als erfolge die Röthung keineswegs sehr schnell. — Daß der Kuchen des Chylus eine Röthe zeigt, wenn der ungeronnene Chylus fast farblos erschienen, darf uns nicht irre führen, weil vorher die Blutkörperchen durch die Fettkügelchen verdeckt waren, die nur zu einem kleinen Theil mit in den Kuchen eingeschlossen werden, und jene jetzt dichter neben einander liegen. Es ist dies derselbe Fall wie mit der Faserhautflüssigkeit, die auch oft vor dem Gerinnen nur weißlich trübe ist und doch einen röthlichen Kuchen bildet. Die undurchsichtigen Fettpartikelchen verdecken aber das Blutroth noch viel mehr als die einzelnen farblosen Kügelchen und die gerinnenden Faserstoffpartikelchen, welche die Faserhautflüssigkeit enthält. Die bekannte Erscheinung, daß sich der ausgewaschene Faserstoff an der Luft röthet, hängt nur von dem Einschluß einzelner, sehr schwer von dem Faserstoff entfernbarer Blutkörperchen ab, die sich nach und nach erst auflösen (fein vertheilter, sehr gut ausgewaschener Faserstoff röthet

---

[1]) A. a. O. [2]) Chemie und Medicin. Berlin 1841. 2tes Buch. S. 132.
[3]) A. a. O. S. 43. [4]) A. a. O. S. 174.
[5]) Reil's Archiv. A. a. O. S. 151. [6]) A. a. O. S. 127.

ſich nicht mehr), und kann alſo hier auch nicht als Analogie dienen. Somit ſtimme ich vollkommen mit Arnold darin überein, daß die Röthe von den beigemiſchten Blutkörperchen bedingt wird.

Von den vorzüglichſten Beſtandtheilen des Milchſaftes, Eiweiß, Fett, Faſerſtoff, Käſeſtoff, iſt ſchon die Rede geweſen. Außer dem nicht weſentlichen Blutroth enthält dieſe Flüſſigkeit noch Extractivſtoffe, Speichelſtoff, alkaliniſche und erdige Salze nebſt etwas Eiſen. Das Eiweiß iſt im Serum aufgelöſt; in welchem Zuſtand, ob als Natronalbuminat oder als reines Eiweiß, iſt unbeſtimmt. Nach Prout[1]) iſt ein Theil des Eiweißes kein vollkommnes, dasjenige nämlich, welches ſich mit verdünnter Eſſigſäure bei der Hitze niederſchlägt. Nach der Abſcheidung dieſes Niederſchlages ſoll aber blauſaures Kali vollſtändig ausgebildetes Eiweiß präcipitiren. Das durch Weingeiſt niedergeſchlagene Eiweiß iſt nach Vauquelin[2]) in kauſtiſchem Kali weniger löslich als Bluteiweiß. Daß ferner durch Eſſigſäure meiſt ein ſtarkes Präcipitat ſich bildet, durch Aether keine Gerinnung erfolgt, iſt ſchon vorher bemerkt worden. Offenbar verhält ſich alſo das Chyluseiweiß dem Käſeſtoff ähnlicher als anderes Eiweiß, und zwar wahrſcheinlich deßhalb, weil es hauptſächlich mit Natron verbunden iſt. Hier wäre eine genauere Unterſuchung ſehr wünſchenswerth. — Tiedemann und Gmelin[3]) theilen die extractartigen Stoffe des Chylus in Osmazom und Speichelſtoff ein; letzterer iſt auch von Simon anerkannt. Wahrſcheinlich iſt es dieſer Stoff und nicht Harnſtoff, welcher bewirkt, daß, wie Tiedemann und Gmelin beobachteten, das Kochſalz des Chylus nicht in Würfeln, ſondern in Octaedern kryſtalliſirte. Reuß und Emmert, ſo wie ſpäter Prévoſt und Dumas, haben fälſchlich das durch die Siedehitze nicht gerinnbare, durch Galläpfeltinctur fällbare Protein Gallerte genannt. — Der Faſerſtoff des Chylus ſoll nur eine ſehr ſchwache Gerinnbarkeit beſitzen, wie ſchon Vauquelin angiebt, und gallertartig mit wenig Zuſammenhang gerinnen; Marcet ſah, daß er von ſelbſt wieder flüſſig ward und ſich ſehr leicht in Waſſer zertheilte. Nach Vauquelin, Brande, Prévoſt und Le Rayer iſt er in kauſtiſchen Alkalien, wie auch ſelbſt in Kohlenſäure ſehr leicht, in Eſſigſäure dagegen nach Prout ſchwer löslich. Der in der Siedehitze durch Eſſigſäure in geringerer Menge gelöſte ſetzt ſich nach Brande beim Erkalten in weißen Flocken wieder ab. Rees bemerkt, daß er wie Eiweiß reagire, beſtätigt alſo die Behauptung von Vauquelin, daß er dem Eiweißſtoff noch ſehr ähnlich ſei; Brande hielt ihn dagegen für mehr dem Käſeſtoff ähnlich. Alle dieſe Angaben bedürfen jedoch einer genauern Unterſuchung, da man niemals die Chyluskügelchen vollſtändig von dem Faſerſtoff getrennt hat. Eine Elmentaranalyſe wäre hier von großer Wichtigkeit; leider iſt aber die Quantität des Faſerſtoffs im Chylus zu gering, und dieſer ſelbſt zu ſchwer in größerer Menge zu erhalten. Den aus dem Katzenchylus erhaltenen Faſerſtoff fand ich ungeachtet des großen Fettgehaltes der Flüſſigkeit doch jedesmal ſehr feſt, ſelbſt feſter als den Blutfaſerſtoff, aus deutlichen Schollen unter dem Mikroſkop zuſammengeſetzt, und, wo er gleich Anfangs ganz weiß war, ſich nicht röthend an der Luft. Chemiſche Unterſchiede des ausgewaſchenen Faſerſtoffs des Chylus von dem des Bluts konnte ich nicht bemerken. — Emmert[4]) läugnete auffallenderweiſe den Fettgehalt des Chylus, da doch dieſer Beſtandtheil niemals mangelt.

---

[1]) Unterſuchungen über den Harngries. A. d. E. Weimar 1823. S. 39.
[2]) A. a. O. p. 245. [3]) A. a. O. S. 91.
[4]) A. a. O. S. 171.

Nach Vauquelin[1]) ist die fettige Materie des Chylus nicht mehr durch Alkali verseifbar. Sie besteht aus einer weißen talgartigen und einer gelben öligen. Tiedemann und Gmelin, so wie Schultz und Rees, fanden gleichfalls beide Fettarten. Die feste befindet sich nach ihnen im Serum, die flüssige ist zum Theil als gelbes, baumölartiges Fett in diesem suspendirt, zum Theil als bräunliches auch mit den Chyluskörperchen vereinigt. Das aus dem Chylus der Katzen durch Aether von mir gewonnene Fett war ganz weiß und größtentheils fest. Von dem des Bluts unterschied es sich dadurch, daß es nicht den penetranten Geruch nach Katzenharn wie jenes besaß. Dies jeder Thierart eigenthümliche flüchtige Fett wird also wahrscheinlich nicht im Darmkanal gebildet — Milchzucker wollte W. Brande entdeckt haben; außer von Tiedemann und Gmelin bei einem mit Stärkemehl gefütterten Hunde ist diese Substanz jedoch nie wieder im Chylus gefunden worden. — Die Bestandtheile der Galle hat Vauquelin vergeblich im Chylus gesucht. — Die alkalinischen Salze sind nach Tiedemann und Gmelin kohlensaures, salzsaures, essigsaures, zuweilen auch schwefelsaures oder phosphorsaures Natron mit etwas Kali; auch Rees nennt ganz dieselben, nur mit dem kleinen Unterschiede, daß er die Essigsäure als Milchsäure annimmt; Simon fand gleiche Salze wie im Blute und führt namentlich Chlornatrium und milchsaures Natron an. Reuß und Emmert, welche das Alkali für kaustisches hielten, weil es mit Säuren nicht aufbrauſ't, erwähnen auch der Anwesenheit von Ammoniak. Kohlensauren und phosphorsauren Kalk fanden Tiedemann und Gmelin; Simon schwefelsauren statt kohlensauren. Das Eisen, dessen Anwesenheit im Chylus Wright geläugnet hatte, erkannten schon Reuß und Emmert, so wie Vauquelin. Erstere zeigten, daß es im Chylus loser gebunden sei als im Blute, indem es auf blausaures Kali, Galläpfeltinctur und Salpetersäure reagire. Nach Emmert tritt die Reaction des Chylus auf Eisen dann erst deutlich hervor, wenn derselbe längere Zeit an der Luft gestanden hat oder in Fäulniß übergegangen ist. Das Eisen ist nicht an die Chyluskörperchen gebunden, sondern im Serum aufgelöſ't, indem es sich noch nach der Präcipitation des Eiweißes in demselben nachweisen läßt. Vielleicht ist es als basisches Doppelsalz vorhanden, nach Reuß und Emmert, so wie nach Vauquelin jedoch als Phosphat, nach Rees als Oxyd, nach Simon als Oxydul. Erstere reden indessen an einer anderen Stelle davon, daß das Eisen auf einer sehr niedrigen Oxydationsstufe sich befinde und durch Natron gelöſ't sei. Nach Rees findet es sich mit dem in Wasser löslichen Extractivstoffe verbunden.

Die quantitativen Bestimmungen dieser Bestandtheile des Chylus mit gewöhnlicher Nahrung gefütterter Thiere will ich hier in der Art zusammenstellen, daß ich da, wo von einem Chemiker mehre Analysen vorhanden sind, das Mittel bestimme. Wo nichts weiter als eine Zahl angegeben, ist nur eine Analyse vorhanden.

1) Wasser. Reuß und Emmert: bei Pferden 950—964 (3 Analysen). Vauquelin: 910—950. Tiedemann und Gmelin: 1) beim Hunde 932,8 (915,3 und 950,3); 2) beim Pferde (3 Anal.) 944,7 (918,3—967,9); 3) beim Schafe (4 Anal.) 956,85 (944,9—974,1). Prout: beim Hunde 914 (892 und 936). Schultz: beim Pferde 900. Rees: beim Esel 902,37. Simon: beim Pferde (3 Anal.) 928,22 (916,10—940,67). Nasse: bei der Katze 905,7.

2) Faserstoff (mit mehr oder weniger Chyluskügelchen und Fett).

[1]) A. a. O. S. 244.

Reuß und Emmert: beim Pferde 10—18,0 (wahrscheinlich nicht getrocknet). Leuret und Lassaigne: 1) beim Hunde 0,193—4,91; 2) beim Pferde 0,19—1,75. Tiedemann und Gmelin: 1) beim Hunde 2,2 (1,7—2,7); 2) beim Pferde 4,4 (1,9—7,0); 3) beim Schafe 4,4 (2,4—8,2). Prout: beim Hunde 7,0 (6,0 und 8,0). Rees: beim Esel 3,7. Simon: beim Pferde 0,715 (0,44—0,9). Nasse: bei der Katze 1,3.

3) Eiweiß, a) mit Fett, Extractivstoff und Salzen. Tiedemann und Gmelin: 1) beim Hunde 65,9 (48,0 und 83,8); beim Pferde 50,7 (30,2—73,9); beim Schafe 65,9 (48,0 und 83,8). — b) Mit Fett und Extractivstoffen. Prout: bei Hunden, α) anfangendes Eiweiß 46,5 (46,0 und 47,0), β) mit etwas rothem Farbestoff (aus Chyluskörperchen) 25,0 (4,0 und 46,0). — c) Mit Chyluskörperchen. Rees: beim Esel 35,16. Simon: beim Pferde 49,892 (42,717 — 60,53). Nasse: bei der Katze 50,9. — d) Reines Eiweiß, bloß mit Kalk. Tiedemann und Gmelin: beim Pferde 31,3 (19,3 und 43,4).

4) Extractivstoffe, a) mit Salzen. Emmert: bei einem Pferde 13,8. Tiedemann und Gmelin: beim Pferde, α) in Wasser und Weingeist lösliche Theile, also Fleischextract mit milchsaurem Natron und Kochsalz 10,6 (9,1 und 12,1). β) bloß in Wasser lösliche Theile, Extractivstoff mit kohlensaurem und sehr wenig phosphorsaurem Natron 1,475 (0,93 und 2,02). — b) Ohne Salze (mit Speichelstoff). Simon: beim Pferde 6,295 (5,265—8,30). —

5) Fett. Tiedemann und Gmelin: bei dem einen Pferde 16,4 (11,81 braunes und 4,59 gelbes Fett), bei dem andern sehr wenig. Schultz: beim Pferde 15,43 (10,35 öliges und 5,08 festes). Rees: beim Esel 36,01. Simon: bei Pferden 4,892 (1,186—3,48). Nasse: bei der Katze 32,7. —

6) Blutroth. Simon: beim Pferde Spuren bis 5,691. —

7) Salze. a) Gesammtsalze. Rees: beim Esel 7,11. b) Alkalinische Salze. Marcet: 9,2. Prout: bei Hunden 7,5 (7,0—8,0). Simon: beim Pferde 7,0 (6,7—7,3). Nasse: bei der Katze 9,4 (darunter 7,1 Chlornatrium). c) Erdige Salze. Gmelin: beim Pferde 2,02. Simon: beim Pferde (zugleich mit Eisenoxydul) 0,975 (0,85—1,1). Nasse: bei der Katze 2,0.

Eine Elementaranalyse des Chylus haben Macaire und Marcet [1]) geliefert:

	von Hunden bei Fleischfütterung	von Pferden bei Grasfütterung
Kohlenstoff	55,2	55,0
Sauerstoff	25,9	26,3
Wasserstoff	6,6	6,7
Stickstoff	11,0	11,0

Wie der Chylus bei den einzelnen Thieren verschieden sei, darüber liefern diese Analysen nur sehr unvollständige Angaben. Bloß das scheint aus denselben hervorzugehn, daß in Betreff des Gehalts an festen Bestandtheilen und insbesondere an Kuchen und unter dessen Bestandtheilen namentlich an Faserstoff der Chylus der Hunde, Katzen, Pferde und Schafe unter einander gerade auf die Weise wie das Blut dieser Thiere von einander abweiche. Die meisten festen Bestandtheile besitzt der Milchsaft der Fleischfresser, die wenigsten der der Schafe; dennoch liefert der erstere weniger Faserstoff als der der Pferde und

[1]) A. a. O. p. 377.

Schafe. Ueberhaupt mögen Leuret und Laſſaigne wohl Recht haben zu behaupten, daß die Zuſammenſetzung des Chylus weit mehr von der Natur der Nahrungsmittel als von der Thierart, welche dieſelben zu ſich nimmt, abhänge.

Im Ganzen hat der Chylus eine dem Blute ähnliche Beſchaffenheit, weicht aber doch in vielen Punkten wieder von demſelben ab. 1) Es iſt ſeine Farbe nicht roth, doch zuweilen ſchwach röthlich. 2) Sein ſpecifiſches Gewicht viel geringer. 3) Seine alkaliſche Reaction weniger deutlich. 4) Seine Gerinnung erfolgt ſpäter und unvollſtändiger. 5) Seine Körperchen ſind an Zahl beträchtlich geringer, nicht ſcheibenförmig, ſondern kugelig, im Ganzen größer, von einer mehr ſchwankenden Größe, nicht klebrig, in Waſſer unlöslich, in Eſſigſäure nur partiell, durch Ammoniak in eine ſchleimige Maſſe umwandelbar. Dabei enthält er weit mehr Fettpartikelchen. 6) An feſten Beſtandtheilen im Allgemeinen, und an Eiweiß, Faſerſtoff und Körperchen im Beſondern iſt er viel ärmer (daß das, was gewöhnlich für Faſerſtoff des Chylus ausgegeben wird, nicht bloß Faſerſtoff ſei, iſt oben bemerkt worden), enthält nur $^1/_3$ — $^1/_5$ von denen des Bluts. 7) Sein Eiweiß verhält ſich chemiſch etwas verſchieden von dem gleichnamigen Beſtandtheile des Bluts, indem jenes dem Käſeſtoff ähnelt; ſein Faſerſtoff ſoll (?) ſich dagegen dem Eiweiß nähern. 8) Der Gehalt an Fett iſt im Chylus weit größer. Das Fett iſt meiſt alles frei, nicht verſeift. 9) Auch an Extractivſtoffen iſt er reicher (ſiehe einen vergleichenden Verſuch von E. Burdach[1])). 10) Die Menge der löslichen Salze iſt im Chylus etwas größer; ob in dem Verhältniß der einzelnen Salze ein Unterſchied exiſtirt, iſt in den früheren Analyſen nicht unterſucht worden. Ich fand bei der Katze ganz daſſelbe Verhältniß zwiſchen dem Kochſalz und der Summe der übrigen alkaliniſchen Salze im Chylus, wie es ſich im Blute herausgeſtellt hatte. Die erdigen Salze ſcheinen im Chylus beträchtlich vorzuwalten. 11) Das Eiſen iſt in ihm nicht an die Körperchen gebunden, ſondern in ſeinem Serum aufgelöſt. 12) In Bezug auf die elementäre Zuſammenſetzung zeigt ſich der Chylus reicher an Kohlenſtoff und ärmer an Stickſtoff als das arterielle Blut. Er beweiſt darin ſeine größere Verwandtſchaft mit dem Blutwaſſer als mit dem Cruor.

Dasjenige Thier, von dem wir die beſte Analyſe des Chylus beſitzen, iſt das Pferd. Ich ſtelle hier, um die chemiſche Aehnlichkeit und Verſchiedenheit beider Flüſſigkeiten recht in die Augen fallen zu laſſen, eine durch Ziehung des Mittels aller vorhandenen Angaben gewonnene Analyſe des Chylus des Pferdes mit der des Bluts deſſelben Thieres, wie eine ſolche hauptſächlich aus meinen Unterſuchungen mit Benutzung der von Simon (in Beziehung auf die Menge des Extractivſtoffes) hervorgeht, zuſammen.

	Blut.		Chylus.
Waſſer . .	810,0	. . .	935,0
(Feſte Beſtandtheile	190,0	. . .	65,0)
Körperchen .	92,8	. . .	4,0
Faſerſtoff . .	2,8	. . .	0,75
Eiweiß . .	80,0	. . .	31,0
Extractivſtoffe .	5,2	. . .	6,25
Fett . .	1,55	. . .	15,0
Alkal. Salze .	6,7	. . .	7,0
Erdige Salze .	0,25	. . .	1,0
Eiſenoxyd .	0,7	. . .	Spuren
	1000,00		1000,00

[1]) A. a. O. S. 379.

Folgende vergleichende Analysen des Bluts und des Chylus von Katzen sind von mir angestellt; die des Bluts ist das Mittel aus vier Versuchen, die des Chylus aber nur einfach.

	Blut.		Chylus.
Wasser	810,0		905,7
Blutkörperchen	115,9	176,9	48,9
Eiweiß und Extractivstoff	61,0		
Faserstoff	2,4		1,3
Fett	2,7		32,7
Chlornatrium	5,37		7,1
kohlens. und milchs. Alkali	0,83		
phosphorsaures Alkali	0,59	1,63	2,3
schwefelsaures Alkali	0,21		
Eisen	0,51		Spuren
erdige Salze	0,49		2,0
	1000,0		1000,0

Es ist zwar auch die qualitative Zusammensetzung des Bluts manchen Schwankungen unterworfen, je nachdem, abgesehen von Alter und Geschlecht, der Körper in einem mehr oder weniger kräftigen Zustande sich befindet, und seine Functionen hier oder dort etwas gestört sind, ferner je nachdem ihm die Nahrung mehr oder weniger zusagt, und vielleicht auch gerade viel oder wenig Wasser in Verhältniß zu den festen Nahrungsmitteln aufgenommen worden; doch sind schwerlich die Differenzen so groß als bei dem Chylus, selbst wenn die Thiere dieselbe Nahrung erhalten haben. Im Blute wird das Verhältniß der festen Bestandtheile zu dem Wasser und jener wieder unter sich regulirt. Namentlich scheiden die Nieren auf der Stelle das Uebermaaß des Wassers und der Salze aus, und die Proteinverbindungen wandeln sich in einander um, bis daß sie in dem dem Organismus eigenthümlichen Verhältniß zu einander stehen. Anders ist es beim Chylus. Seine Zusammensetzung wird bedingt durch den Inhalt des Darmkanals, und schon, je nachdem viel oder wenig Flüssigkeit mit derselben Menge derselben Nahrung in den Nahrungsschlauch gelangt ist, muß sein Wassergehalt bald groß, bald niedrig sein. Da von einem und demselben Nahrungsmittel ein Theil der in demselben vorfindlichen Substanzen schnell, der andere spät verdaut wird, so muß man von zwei gleichen Thieren bei gleicher Nahrung einen verschieden zusammengesetzten Chylus erhalten, je nachdem man kürzere oder längere Zeit nach dem Anfang der Verdauung das Thier tödtet. Wenn man nun noch bedenkt, daß jeder thierische Körper seine Eigenthümlichkeiten in der Verdauung besitzt, der eine diesen, der andere jenen Stoff leichter aufnimmt, so kann es uns nicht wundern, daß die von demselben Chemiker angestellten Analysen des Chylus von auf gleiche Weise mit Hafer gefütterten Pferden nicht mit einander übereinstimmen, und daß Heusinger[1]) bei dem einen von zwei ganz gleich gehaltenen, zu derselben Zeit vor dem Tode mit Milch und Fett gefütterten Hunden den Chylus ganz milchig und trübe, bei dem andern viel heller und durchscheinend fand. Man sollte glauben, der nach Entziehung der Nahrung erhaltene Chylus müsse noch weit mehr Verschiedenheiten von dem aus den gewöhnlichen Nahrungsmitteln gebildeten darbieten, als unter

[1]) Magendie's Handbuch der Physiol. übersetzt v. C. F. Heusinger Bd. II. S. 167.

den von diesem aufgefangenen Proben gefunden worden, und bei Hunden müsse der aus Pflanzennahrung entstehende von dem aus Fleischkost gebildeten sehr verschieden sein. Dem ist aber nicht so. Die Differenzen sind bei derselben Nahrung eben so groß. — Stellen wir zuerst zwischen dem Chylus von Thieren, welche gehungert haben, und dem vorher beschriebenen eine Vergleichung an, zu welcher uns die Versuche von Emmert[1]) und noch mehr die von Tiedemann und Gmelin[2]) das reichste Material liefern, so finden wir folgende Unterschiede. 1) Der Chylus nach Entziehung der Nahrungsmittel ist, wenn auch trübe, doch nie milchig, sondern etwas blaß gelblich oder röthlich. Schon Emmert[3]) hatte die rothe Farbe, selbst in der Cisterne beobachtet, so wie auch späterhin Schultz[4]). Ersterer sah, daß der Chylus des Pferdes sich wie Blut an der Luft röthete und einen faserhäutigen Kuchen bildete. 2) Die Gerinnung erfolgt nach Emmert später (nach einer Stunde) und nie so fest. 3) Das Serum ist sehr klebrig, gelblich, klar oder etwas trübe, aber nie roth, und nach Emmert weniger salzig. 4) Das Verhältniß des Kuchens zum Serum findet sich nach Tiedemann und Gmelin wenig von dem gewöhnlichen abweichend. Nach Emmert ist die Placenta weniger elastisch und größer. 5) Unter dem Mikroskop fand Schultz[5]) keine Fettkügelchen und viele ganz vollständige Blutkörperchen. Nach meinen Beobachtungen sind in den Mesenterialknoten die dunklen Chyluskörperchen, welche sonst die größte Menge der Kügelchen bilden, selten, dahingegen desto zahlreicher die blassen, den Lymphkörperchen ähnlicheren. 6) Die relativen Mengen der einzelnen Bestandtheile des Chylus von nüchternen Thieren zeigen viel geringere Schwankungen als die des Chylus von gut gefütterten Thieren. 7) Der Gehalt an Wasser bietet wenig Unterschied von der mittlern Menge im normalen Chylus dar. 8) Die Menge der getrockneten Placenta (Faserstoff und Kügelchen) ist etwas größer. Nach Emmert ist zwar das Blutroth vermehrt, aber der Faserstoff vermindert. 9) Die übrigen festen Bestandtheile zusammengenommen, sowohl im Verhältniß zum ganzen Chylus als zum Serum, betragen ungefähr eben so viel als sonst. 10) Die Menge des Eiweißes ist vielleicht etwas vermehrt; wenigstens folgern es Tiedemann und Gmelin[6]) aus ihren Analysen; doch bedarf diese Folgerung wohl noch fernerer Thatsachen zu ihrer Begründung. 11) In Alkohol und in Wasser lösliche Extractivstoffe und Salze (Kochsalz und milchsaures Natron) sind nach denselben Beobachtern etwas weniger, die in Alkohol unlöslichen Extractivstoffe (mit kohlensaurem Natron) etwas mehr vorhanden. 12) Im Ganzen fehlt das Fett, das zwar auch im Chylus nach Fütterung mangeln kann, aber doch meist reichlich in diesem sich vorfindet. — Ich habe aus Tiedemann's und Gmelin's Versuchen eine Tabelle angefertigt, in welcher ich die von denselben angegebenen Verhältnisse der Bestandtheile des Blutwassers auf den ganzen Chylus berechnete. Durch dieselbe wird das in Betreff des chemischen Unterschiedes so eben Gesagte noch besser veranschaulicht.

Chylus von nüchternen Pferden:

	a.	b.	c.	Mittel.	
1) Wasser	924,3	949,8	951,1	939,7	1000,0
2) Trockner Kuchen	17,5	4,2	10,0	10,6	
3) Trocknes Serum . . .	46,0	58,2	44,9	49,7	

[1]) A. a. O. S. 187 — 196. [2]) A. a. O. Bd. II. S. 79 und 88.
[3]) A. a. O. Bd. VIII. S. 187. [4]) A. a. O. S. 47 und 157.
[5]) A. a. O. S. 37. [6]) A. a. O. Bd. II. S. 93.

a) Eiweiß	35,0	46,4	—	40,7	52,1
b) Extractivstoffe mit Kochsalz und milchs. Natron	8,6	8,1	—	8,35	
c) Extractivstoffe mit kohlens. Natron	2,4	3,7	—	3,05	
d) Fett	wenig	Spuren	—	wenig	

Chylus von mit Hafer gefütterten Pferden:

	a.	b.	c.	Mittel.	
1) Wasser	918,3	967,9	948,1	944,8	1000,0
2) Trockner Kuchen	7,8	1,9	3,7	4,4	
3) Trocknes Serum	73,9	30,2	48,2	50,8	
a) An Eiweiß	40,4	19,3	—	31,35	50,25
b) Extractivstoffe mit Kochsalz und milchs. Natron	12,1	9,1	—	10,6	
c) Extractivstoffe mit kohlens. Natron	2,02	0,93	—	1,475	
d) Fett	16,4	wenig	—	8,2	

In dem Maaße, wie die Nahrung dürftig ist, gleicht der Chylus mehr dem so eben beschriebenen; je reicher, je nahrhafter die Kost, desto weißer und dicker wird er, wenn auch sein Kuchen keineswegs dabei an Größe zunimmt, sondern eher abnimmt. Auch die Gerinnung war in einigen Versuchen der zuletzt genannten Beobachter [1]) bei schlechter Nahrung mangelhaft. — Was den Einfluß der einzelnen Nahrungsmittel auf die äußere und innere Beschaffenheit anbelangt, so sind hierüber viele Versuche angestellt, die jedoch nicht in allen Punkten gleiche Ergebnisse geliefert haben. Fordyce [2]) will gar keinen Unterschied gesehen haben, ob die Hunde mit Fleisch oder mehligen Stoffen gefüttert wurden. Nach Prout [3]) und Marcet [4]) wird der Chylus bei Fleischnahrung an der Luft röther als bei Pflanzennahrung. Damit steht aber die Beobachtung von Leuret und Lassaigne [5]) in Widerspruch, daß der Chylus der Hunde bei der Fütterung mit Milch, Fett, Fleisch, Flechsen und Knorpeln milchweiß war, und nur nach der Fütterung mit weniger nahrhaften Stoffen, mit Zucker, Gummi, Kartoffeln und Faserstoff, sich an der Luft röthete. Die Versuche von Marcet [6]) und Prout [7]) stimmen darin überein, daß bei Hunden die Fleischnahrung einen weißeren, undurchsichtigeren Chylus liefert als die Pflanzenkost. Während der von dieser gebildete fast farblos ist, setzt der von jener meist einen fetten Rahm ab. Tiedemann und Gmelin [8]) fanden ihn bei Hunden, welche mit flüssigem Eiweiß, Faserstoff, Leim, Käse, Stärkemehl, Kleber genährt waren, wenig milchig, nach Fütterung mit Milch, Knochen, Fleisch aber ganz weiß. Auch Magendie [9]) so wie Leuret und Lassaigne [10]) sahen nur einen hellen, durchsichtigen, farblosen Chylus nach Genuß von Gummi und Zucker, so wie (bei Hunden) auch nach Brod und Faserstoff entstehen. Je mehr Fett dagegen die genossene Nahrung enthielt, desto weißer war nach Magendie [11]) der Chylus. Ganz milchig ist er bei jungen Thie-

---

[1]) Ebendaselbst Bd. I. S. 272.
[2]) Neue Untersuchungen des Verdauungsgeschäftes der Nahrungsmittel. A. d. E. von Michaelis. Zittau 1793. S. 106.
[3]) Meckel's Archiv. Bd. VI. S. 91. [4]) A. a. O. T. II. p. 52.
[5]) A. a. O. p. 158. [6]) A. a. O. p. 53. [7]) A. a. O.
[8]) A. a. O. Bd. II. S. 69. [9]) A. a. O. p. 391. [10]) A. a. O. p. 158. 166.
[11]) A. a. O. p. 156.

ren, die mit Milch genährt werden. So fanden ihn Schlemm[1]) und Mayer[2]) bei saugenden Hunden und Kätzchen; daß er bei Katzen auch ohne Genuß von Milch oder Butter milchig ist, habe ich oben schon erwähnt. Nach Marcet[3]) und Prout[4]) ist der Kuchen im Verhältniß zum Serum bei animalischer Kost größer als bei vegetabilischer (als Mittel erhält man aus ihren Versuchen die Verhältnisse 92 : 908 für den ersten Fall, 63 : 937 für den zweiten). Krimer[5]) will indessen das Gegentheil gefunden haben. Daß das Verhältniß des Kuchens zum Serum überhaupt ein sehr unsichres sei, ging schon aus den obigen Versuchen von Tiedemann und Gmelin hervor. Einigen Unterschied bei der mikroskopischen Untersuchung des Chylus der fleisch- und pflanzenfressenden Thiere habe ich oben angegeben; ob derselbe nun aber von der Verschiedenheit der Nahrung oder von der Verschiedenheit der bildenden Kraft dieser Thiere abhängt, bleibt bis jetzt unentschieden. — Die wesentlichen Bestandtheile des Chylus, Eiweiß, Faserstoff, Kochsalz und phosphorsaurer Kalk, fehlen nach Leuret und Lassaigne[6]) in keinem Chylus, mag das Thier vegetabilische oder animalische Nahrung erhalten haben; nach Krimer[7]) soll sogar die Proportion der Bestandtheile dieselbe bleiben, was jedoch nicht recht glaublich ist, da schon bei derselben Nahrung die Proportion wechselt. Außer einer unvollständigen Analyse von Prout[8]) ist, so sehr das Bedürfniß auch in die Augen fällt, doch keine vergleichende Analyse des aus vegetabilischen und animalischen Substanzen gebildeten Chylus vorhanden. Letzterer enthielt bei einem Hunde mehr feste Bestandtheile, etwas Faserstoff und eilfmal mehr Eiweiß mit Farbestoff (wahrscheinlich Chyluskügelchen), aber ebenso viel anfangendes Eiweiß. Von Fett fand Prout auffallenderweise bei beiden Hunden nur schwache Spuren. Daß aber der Fettgehalt des Chylus durch fetthaltige Nahrung vermehrt wird, haben Tiedemann und Gmelin[9]) bewiesen. Bei Hunden fanden sie im Chylus viel Fett, nachdem dieselben mit Butter gefüttert waren, eben so bei Gänsen, die viel Fett gefressen hatten. Gummi, Amylum, Gallerte, Käsestoff gehen nach ihrer Beobachtung nicht in den Chylus über; einmal fanden sie bei einem mit Stärke gefütterten Hunde Zucker im Chylus. — Von den riechenden, färbenden, nur chemisch differenten, durch den Geschmack sich verrathenden Bestandtheilen der Nahrungsmittel läßt sich gewöhnlich keine Spur in dem Chylus wiederfinden.

Bevor wir die Frage, auf welche Weise die Nahrungsmittel zur Bildung des Chylus verwandt werden, beantworten, haben wir noch die Beschaffenheit des Chylus, so wie er aus den Wandungen des Darmkanals in die Milchgefäße übertritt, näher zu betrachten. Leider liegen hierüber nur sehr unvollständige Thatsachen vor, die deßhalb, weil der Chylus im Brustgang durch den Zutritt der Lymphe, welche der Menge und Zusammensetzung nach eine unbekannte Größe ist, verändert wird, nur einen unsichern Schluß auf die nicht durch diese Beimischung bedingte Umwandlung des Chylus erlauben. Reuß und Emmert, so wie Letzterer außerdem noch in späteren Versuchen, verglichen den Chylus in den Milchgefäßen mit dem in der Cisterna chyli vorhandenen, und diesen mit dem aus dem Milchsaftgang ausfließenden, so wie mit dem im obern Theil dieses Kanals enthaltenen. Nimmt man den zuvorletzt ge-

---

[1]) Froriep's Notizen. Bd. XXV. Nro. 536. S. 122.
[2]) Ebendaselbst Bd. XXVI. Nro. 565. S. 227. [3]) A. a. O. p. 52.
[4]) Schweigger's Journal. Bd. XXVIII. S. 210. [5]) A. a. O. S. 132.
[6]) A. a. O. [7]) A. a. O. S. 131. [8]) A. a. O. S. 22.
[9]) A. a. O. Bd. II. S. 95.

nannten zum Vergleichungspunkt, so ist nach ihren Untersuchungen: 1) der Chylus vor dem Durchgange durch die Gekröskuoten nie röthlich wie jener, immer weißlich, selbst bei leerem Darmkanal[1]), und röthet sich auch nicht an der Luft. Ferner ist er weniger gerinnbar, trennt sich nicht in Kuchen und Serum, wird nur consistenter an der Luft[2]). Er enthält also weniger oder gar keinen Faserstoff[3]), keinen Cruor, dabei weniger Eiweiß, aber mehr Gallerte (Extractivstoff, Natronalbuminat), und ist deutlich alkalisch. Unter verschiedenen Umständen, bei vollem und leerem Darmkanal bleibt er sich viel mehr gleich als der Chylus im Milchsaftgang. 2) Der Chylus unmittelbar nach dem Durchgang durch die Gekrösdrüsen ist von dem letzteren in demselben Verhältniß verschieden, wie von ihm wieder der im Milchsaftgang befindliche. Er hat eine gelbweiße oder etwas röthliche Farbe[4]), coagulirt stärker als jener[5]), aber nicht so vollständig wie dieser, bildet einen kleinern[6]), weniger zusammenhängenden, elastischen Kuchen und scheidet ein trübes, nicht, wie der Chylus aus dem höheren Theile des Kanals, helles Serum[7]) aus. Durch Zunahme an Faserstoff, Eiweiß und Blutroth (nebst phosphorsaurem Eisen) und Abnahme an Gallerte unterscheidet er sich von dem frisch gebildeten Milchsaft, nähert sich hierin dem mit der Lymphe gemischten. 3) Den Chylus aus dem oberen Ende des Brustganges fanden sie gelblich grau, durch geringere Röthung an der Luft, schwächere Gerinnung, Bildung eines lockeren Kuchens und geringen Faserstoffgehalt verschieden von dem Chylus aus der Mitte des Milchsaftgangs[8]). Wahrscheinlich kam aber der Unterschied daher, daß diese Portion wegen der angelegten Ligatur sich nicht mit der Lymphe vermischen konnte, wie dies bei dem aus der Mitte des Kanals während des Ausfließens der Fall war. Aus diesem Grunde möchten wohl die Schlüsse, welche Emmert bildet, wenig haltbar sein. — Prout[9]), der nachwies, daß schon der Inhalt der Milchgefäße faserstoffhaltig sei, stimmt darin mit seinen Vorgängern überein, daß er das Eiweiß in geringerer Menge in jenem vorfand als in dem aus dem ductus thoracicus[10]). — Leuret und Lassaigne[11]) bemerkten, daß, wenn bei Pferden der Inhalt der Milchgefäße auch ganz weiß, also fetthaltig, doch der des Brustgangs durchscheinend und nicht fetthaltig war. — Bei Tiedemann und Gmelin finden sich zwei Versuche (Versuch 32 und 33), die einzelne hieher gehörende Angaben enthalten. Der Chylus von einem mit Hafer gefütterten Pferde (Versuch 32) war vor dem Durchtritt durch die Drüsen gelbweiß, leicht röthlich und gerann nicht. Bei einem andern ebenfalls mit Hafer gefütterten Pferde zeigte er eine weiße Farbe, eben so auch sein Serum nach Bildung einer sehr dünnen, gelblichen, durchsichtigen, hautartigen Placenta; er enthielt viel weniger Eiweiß, aber nicht weniger in Wasser löslichen Extractivstoff, dagegen weit mehr in Alkohol lösliche Theile, hauptsächlich Fett, als der Chylus des Milchbrustgangs. Der Inhalt der Lymphgefäße des Dickdarms war blaßgelb, gerann sehr wenig, gab fast so viel Wasser wie der übrige Chylus, keine geringere Menge Eiweiß und in Wasser löslichen Extractivstoff als dieser, gar kein Fett, aber viel in Alkohol löslichen Extractivstoff und Kochsalz. Unmittelbar nach dem Durchgang durch die Mesenterialknoten war der Chylus eben so hellroth und gerann eben so völlig als der Chylus des Milchbrustgangs. Sein Serum war etwas stärker milchig. Chemisch unterschied er

---

[1]) A. a. O. S. 151. u. 187. [2]) A. a. O. S. 175 u. 203.
[3]) Ebendaselbst S. 177. u. 203. [4]) Ebendaselbst S. 153.
[5]) Ebendaselbst S. 153 und 175. [6]) Ebendaselbst S. 155.
[7]) Ebendaselbst S. 158. [8]) Ebendas. S. 177. [9]) A. a. O. S. 231.
[10]) Ebendas. S. 228. [11]) A. a. O. p. 167.

ſich durch größern Gehalt an feſten Beſtandtheilen, ſowohl der Placenta als des Serums, am meiſten an Fett, dann an Fleiſchextract und Kochſalz; an Eiweiß war er dagegen ärmer. Es iſt auffallend, daß Tiedemann und Gmelin an einem andern Orte [1]) dem Chylus vor dem Durchtritt durch die Gekrösknoten alle Gerinnbarkeit abſprechen, da ſie doch eine ſchwache in den Verſuchen gefunden hatten. Es kommt daher ſehr häufig vor, daß man ſich, auf dieſen letztern Ausſpruch ſtützend, alle Gerinnbarkeit jener Flüſſigkeit läugnet (z. B. Arnold, Hünefeld). Und doch hatten ſchon Reuß und Emmert, ſo wie Prout, geſehen, daß der Chylus der Milchgefäße gerinnbar iſt. Auch Schultz [2]) ſtimmt damit überein. Eben ſo fand die Gerinnbarkeit E. Burdach [3]). Nach ihm ſo wie nach mehreren anderen früheren Beobachtern ſoll der Chylus der Milchgefäße ſpäter als der des Bruſtgangs gerinnen. Ich konnte indeſſen immer ſehr wenige Minuten nach der Eröffnung der Milchgefäße aus dem milchigen Chylus der Kälber mit der Nadel ein feſtes Gerinnſel herausziehen. — Es mag ſein, daß ſich zuweilen nur Fettkügelchen bis vor dem Durchgang des Chylus durch die Meſenterialknoten vorfinden, keineswegs iſt aber dies immer der Fall. Bei Kälbern fand ich jedesmal Körperchen von 0,00155 — 0,0085‴, in der Mehrzahl von 0,0028 — 0,0032‴ (alſo gerade von derſelben Größe wie bei den Ochſen in den Meſenterialknoten), von rundlicher, aber noch nicht regelmäßig ſphäriſcher Geſtalt, von körniger, nicht homogener Structur, ſowohl welche von dunkler als welche von hellerer Art, die im Waſſer ſich zu Boden ſenkten und durch Aether nicht ganz zum Verſchwinden gebracht werden konnten, wenn gleich ihr Gehalt an Fett größer zu ſein ſchien, als bei den im Milchbruſtgang deſſelben Thieres vorfindlichen. Durch Eſſigſäure, welche das Serum nicht präcipitirte, verkleinerten ſie ſich ohne Sichtbarwerden einer Hülle, ganz ſo wie die aus den Gekrösknoten ausfließenden. Von dieſen unterſchieden ſie ſich durch einen lockeren Bau, indem ſie auf der Glastafel bei Anweſenheit von Waſſer ſich zu Scheiben mit größerm Durchmeſſer (von 0,007—0,008‴) ausdehnten. Außerdem enthielt jener aus Milch gebildete Chylus eine große Menge kleiner Fettpartikelchen und einige ſeltene größere Oelkügelchen, die aber noch nicht den Chyluskörperchen an Größe gleichkamen. Als dieſelben durch Aether aufgelöſ't waren, wandelte ſich die bläuliche Farbe des Chylus in eine gelbliche um. Blutkörperchen habe ich nie darunter angetroffen. Daß die im Milchſaftgang vorfindlichen Chyluskörperchen etwas dunkler, etwas kleiner und von regelmäßigerer Größe ſind als die aus den Gekrösknoten, iſt ſchon oben bemerkt worden. Nach Arnold [4]) zeigen ſich die Kügelchen vor dem Durchgang durch die Meſenterialknoten nur ſparſam; reichlicher nach demſelben. Mir hat dagegen der Reichthum an Chyluskörperchen in dem Saft der Meſenterialknoten immer größer geſchienen als der in dem Chylus des Bruſtgangs. E. Burdach [5]) fand bei Hunden die Chyluskügelchen aus den Lymphgefäßen des Gekröſes vor dem Eintritt in eine Lymphdrüſe kleiner (?), bedeutend heller und nicht ſo deutlich gekörnt. — Wenn v. Gruithuiſen [6]) im menſchlichen Chylus, bevor derſelbe durch Gekrösknoten gegangen war, noch keine vollſtändigen Chyluskörperchen, ſondern nur viel ſehr feine Körperchen beobachtete, ſo lag wahrſcheinlich der Grund darin, daß die locker gebauten Körperchen ſich nach dem Tode zerſetzt hatten. Ich habe ſie zuweilen in Leichen, nicht einmal mehr in den Meſenterialdrüſen wie-

---

[1]) A. a. O. Bd. II. S. 83. [2]) A. a. O. S. 69. [3]) A. a. O. S. 396.
[4]) A. a. O. S. 174. 175. [5]) A. a. O. Bd. VI. S. 393.
[6]) Medic. chir. Zeitung. Salzburg u. Insbruck 1813. Bd. II. S. 73.

dergefunden. Ueber die chemische Verschiedenheit des Inhalts der Milchgefäße von dem des Milchbrustgangs wissen wir außer den wenigen von Tiedemann und Gmelin in einem einzigen Falle aufgefundenen Verschiedenheiten leider nur sehr wenig. E. Burdach [1]) weicht darin von diesen beiden Beobachtern ab, daß er in dem Chylus aus der Cisterne im Ganzen weniger feste Bestandtheile fand als in dem des Brustgangs. Ob der Hund vorher gefressen oder gehungert hatte, giebt er nicht an. Es scheint das Letztere der Fall gewesen zu sein, da der Gehalt des ductus thoracicus pfirsisch-blüthroth war.

So unvollkommen bis jetzt auch noch diese Thatsachen sind, so geht doch aus ihnen deutlich hervor, daß das Product der Verdauung schon auf seinem Wege bis zum Eintritt in den Kreislauf des Blutes verschiedene Veränderungen in seiner Zusammensetzung und Beschaffenheit seiner Kügelchen erfährt, und nicht ohne Grund einen so langen Weg zurücklegt, auf welchem es außerdem noch in den Mesenterialknoten aufgehalten wird. Auf welche Weise die Veränderung geschehe, hat man verschieden zu erklären gesucht. In früherer Zeit nahm man an, daß in den Mesenterialdrüsen eine besondere Flüssigkeit abgesondert werde, die sich dem Chylus beimische. Dieser Ansicht waren Ruysch, Hewson, A. Cooper, Monro, Abernethy, Autenrieth u. A. Doch hatte sich schon Haller davon überzeugt, daß der Chylus nicht in den Mesenterialknoten verdünnt werde. Andere Physiologen, wie Mascagni, Sömmerring, Dumas, nahmen dagegen an, daß in den Mesenterialknoten nur eine innigere Mischung des Chylus erfolge. Noch Andere sahen in diesen Organen nur einen Ort, wo der Chylus von manchen, für das arterielle Blut nicht passenden Stoffen gereinigt werde. Tiedemann und Gmelin, welche dieser Ansicht im Ganzen beitreten, sind der Meinung, daß ein großer Theil der Bestandtheile des Chylus aus dem Blute aufgenommen werde, nämlich sowohl Faserstoff wie Eiweiß, Speichelstoff und Blutroth (nicht als Blutkörperchen). Arnold [2]) dehnt mit Recht die Wechselwirkung des Bluts mit dem Inhalt der Milchsaftgefäße auch auf die Gefäße außerhalb der Mesenterialknoten aus. Als aufgenommen aus dem Blute und der Lymphe, besonders der Milzlymphe, sieht er den Faserstoff, das Blutroth und das Alkali an [3]). Auch macht er darauf aufmerksam, daß der Sauerstoff des Bluts durch seinen Uebertritt zum Chylus besonders für die Ausbildung von diesem wirksam sei. Dabei gesteht er den Drüsen auch eine den Faserstoff aus dem Eiweiß bildende Kraft zu. Von der Assimilation durch die Milzlymphe redet er ebenfalls [4]) und glaubt dieselbe aus der Eigenthümlichkeit dieser Lymphe, so wie aus der dünnflüssigen, wässerigen, weißlichen Beschaffenheit des Chylus nach Ausschneidung der Milz beweisen zu können. Einige Physiologen, wie Berthold [5]) hatten schon der Lymphe der Leber durch ihren Gehalt an Galle großen Einfluß auf die Ausbildung des Milchsaftes zugeschrieben; auch Arnold [6]) vertheidigt diese Meinung, für welche er darin Gründe findet, daß die Arteriennetze auf der Oberfläche der Leber, wo zahlreiche Saugadern liegen, sehr reich sind, und zweitens daß bei einem plethorischen Zustand dieses Organs die Lymphgefäße gewöhnlich mit einer röthlichen Flüssigkeit gefüllt sind. K. F. Burdach [7]) fügt zu der Aufnahme aus dem Blute, die besonders in der des Sauerstoffs besteht, auch noch sehr richtig die schon früher vertheidigte Abgabe von Stoffen an

---

[1]) A. a. O. S. 397. [2]) A. a. O. S. 168. [3]) Ebendas. S. 153. [4]) Ebendas S. 165.
[5]) Lehrbuch der Physiologie. 2te Aufl. Göttingen 1837. Bd. III. S. 114.
[6]) A. a. O. S. 166. [7]) A. a. O. S. 386 u. 389.

daſſelbe hinzu und weiſet zuletzt noch darauf hin, daß man bei der Umwandlung des Chylus die lebendige Umgebung nicht überſehen dürfe.

Es ſcheint mir am rathſamſten, es für jetzt noch dahin geſtellt ſein zu laſſen, ob unter dieſen Meinungen ſich einzelne finden, für welche ein triftiger Beweis mangelt, und zuerſt bei den einzelnen Beſtandtheilen des Chylus nachzuſehen, wo ſich dieſelben bilden, und an welchem Orte und durch welche Einflüſſe ſie ſich wahrſcheinlicher Weiſe verändern.

Die Chyluskörperchen entſtehen nicht erſt in den Gekröskoten, ſondern ſind, wie vorher nachgewieſen worden, ſchon in den Milchgefäßen enthalten. Hewſon[1]) hatte zwar behauptet, daß ſie von den Lymphknoten förmlich abgeſondert werden, ohne jedoch ihr Vorkommen in den Milchgefäßen ausdrücklich zu läugnen. Daß ſie ſich erſt in dieſen bilden und nicht aus dem Chymus durch die Darmwände hindurch dringen, läßt ſich mit J. Müller annehmen. Auch K. F. Burdach iſt dieſer Anſicht und ſtellt die Beweiſe für dieſelbe zuſammen[2]). Was man im Chymus für Chyluskörperchen gehalten hat, ſind wahrſcheinlich nur Schleimhautzellen geweſen. Man ſtreitet freilich noch darüber, ob die Darmzotten Poren haben oder nicht, und ich ſelbſt bin der Meinung, daß das Gewebe derſelben poröſer ſein müſſe als anderes, weil die Fettpartikelchen, welche ſonſt, ohne in Seife umgewandelt zu ſein, durch naſſe thieriſche Häute nicht hindurch treten, nicht im Chylus ſo reichlich vorhanden ſein könnten. Aber gerade die unbeträchtliche Größe aller dieſer Fettpartikelchen im Vergleich mit der der friſch gebildeten Chyluskörperchen ſpricht gegen die Annahme ſolcher Poren, die groß genug wären, um die Chyluskörperchen hindurch zu laſſen. Nur in fein vertheiltem Zuſtande dringt das Fett durch die Wände des Darms hindurch. Bringt man eine große Menge reines Oel in den Magen eines nüchternen Hundes, ſo dringt von demſelben nur wenig in die Chylusgefäße ein, und der milchähnliche aus Milch gebildete Chylus enthält nie Fettpartikelchen von der Größe der Milchkügelchen. Wenn nun in dem Safte des Bruſtganges viel mehr Kügelchen vorkommen als in dem der Milchgefäße, und doch der Waſſergehalt beider Flüſſigkeiten nicht ſehr verſchieden iſt, ſo müſſen in den Drüſen und vielleicht auch noch jenſeits derſelben Kügelchen aus dem flüſſigen Eiweiß ſich niederſchlagen. Nach Schultz[3]) verwandeln ſich die Fettkügelchen des friſch entſtandenen Chylus in den Gekröskoten; nämlich ſie fangen an eiweißhaltig zu werden, und nach und nach bilden ſie ſich in die eigentlichen Chyluskörperchen um, indem das Fett durch Natron aufgelöſt werden ſoll. Daß Fett mit in die Bildung der Chyluskörperchen eingehe, ergiebt ſich allerdings aus ihrem Gehalt an Fett; aber daß dies in dem Maaße an Menge abnehme, als das Eiweiß ſich um die Kügelchen ablagert, und etwa aus dem Fett ſich bildet (denn wie ſich Schultz dieſen Vorgang denkt, führt er nicht aus), müſſen wir beſtreiten, da gleich anfangs ſchon ein Fettpartikelchen einſchließendes, aus Proteinverbindung beſtehendes Chyluskügelchen vorhanden iſt. Burdach[4]) bezweifelt, daß das Fett überhaupt zur Bildung der Chyluskörperchen nöthig ſei; indeſſen läßt ſich dies deßhalb wohl ſchwerlich beweiſen, weil es keine Chyluskörperchen giebt, die nicht etwas Fett einſchließen, und ſelbſt die Kügelchen der fettarmen Lymphe durch Aether etwas blaſſer werden. Daß ſich vollſtändiger Chylus aus fettloſer Nahrung bilden könne, iſt nicht erwieſen. Wie weit übrigens die Beobachtung Aſcherſon's[5]), daß

[1]) Experimental Inquiries. London 1777. T. III. p. 119.
[2]) A. a. O. S. 302 u. ff. [3]) A. a. O. S. 39. [4]) A. a. O. S. 389.
[5]) Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. Paris 1838. T. VII. p. 837.

durch Fett das Eiweiß präcipitirt wird, bei der Gerinnung der Chyluskörperchen aus dem aufgelöſ'ten Protein als Erklärung benutzt werden könne, iſt zweifelhaft. Daß in dem entſtehenden Milchſaft ſo viel Fett und ſo wenig Kügelchen vorhanden ſind, läßt ſich ganz gut mit der unbeſtrittnen Thatſache reimen, daß das Protein als Eiweiß anfangs erſt noch in geringerer Menge als in dem weiter ausgebildeten Chylus vorhanden iſt. — Die ſehr intereſſante Thatſache, daß das Eiweiß durch Verdünnung mit Waſſer und wenig Eſſigſäure niedergeſchlagen wird, kann auf den Vorgang der Kügelchenbildung des Chylus, ſelbſt wenn dort auch wirkliche Kügelchen und nicht, wie ich ſtets beobachtet habe, bloß eine feinkörnige, flockige, unzuſammenhängende Maſſe präcipitirt würde, keine Anwendung finden, obgleich ſich wohl Denis[1]) mit der Hoffnung ſchmeichelte, dieſem Vorgang auf die Spur gekommen zu ſein. Die Präcipitation des Eiweißes geſchieht gewiß nicht durch eine Säure oder durch Verdünnung, ſondern eher durch Zutritt von Alkali und Sauerſtoff und durch Entziehung von Milchſäure (oder Kohlenſäure) und Waſſer.

Der Zellentheorie gemäß müßten die Chyluskörperchen ſo entſtehen, daß zuerſt ein Kern ſich bildet, und um dieſen dann die Hülle. Nach Schwann's und Valentin's Behauptung verhält ſich auch die Sache ſo. Letzterer nennt nur dasjenige Kernkörperchen, was Erſterer als den Kern anſieht. Ich kann mich aber mit dieſer Behauptung nicht einverſtanden erklären, denn zuerſt iſt meiner Beobachtung zufolge das Chyluskörperchen ein lockeres Agglomerat von Eiweiß- und Fettpartikelchen, in deren Mitte ſich erſt der Kern bildet, der nachher wieder aus einander geht und ſich in den Blutkörperchen vertheilt. Dieſer ſichtbare Kern iſt der letzte Reſt des Chyluskörperchen; keineswegs bildet aber letzteres nur den Kern des Blutkörperchen, obgleich dies ſeit Hewſon die gewöhnliche Anſicht iſt. Es ſetzt ſich kein neues Eiweiß, keine Hülle um den Kern herum; das vorhandene Material wird nur durch Aufnahme und durch Abgabe einzelner Stofftheile verändert, und die Hülle und der Kern ſind die veränderten Theile des frühern Chyluskörperchen. Es beträgt das Material, aus welchem das Chyluskörperchen von 0,0024‴ Durchmeſſer beſteht, dem Raume nach mehr als dasjenige, welches in einem runden Blutſcheibchen des Menſchen von 0,0033‴ vorhanden iſt. Entweder geht alſo ein Theil des Materials durch Verflüſſigung verloren, oder daſſelbe nimmt wegen Verdichtung nachher einen kleinern Raum ein. — Die chemiſchen Veränderungen, welche das Chyluskörperchen auf ſeinem Wege erfährt, wären ſehr beträchtlich, falls es ſchon während dieſer Zeit in ein Blutkörperchen verwandelt würde. Es bedarf des Natrums, um ſeinen geronnenen ſchwer löslichen Inhalt in einen gelöſ'ten oder im Waſſer löslichen zu verwandeln. Aus dem phosphorhaltigen Eiweiß wird in der Peripherie des Körperchens das Globulin gebildet, welches keinen Phosphor enthält. Daraus erklärt ſich, wie das im Darmkanal noch phosphorfreie Fett, welches, in die Milchgefäße eingetreten, in die Bildung der Chyluskörperchen eingeht, aus dem Blutkörperchen als phosphorhaltiges ausgezogen wird. Auch das Eiſen, obwohl wahrſcheinlich nicht zur Bildung des Blutroth's nöthig, vereinigt ſich mit den Blutkörperchen, vielleicht wie im Dotter mit dem phosphorhaltigen Fette. — Früher glaubte man, daß der Sauerſtoff den Farbeſtoff des Blutes aus dem Eiweiß bilden helfe, allein, ſo weit wir jetzt die Eigenſchaften des Hämatins kennen, falls daſſelbe, wie es von Le Canu dargeſtellt worden, überhaupt als ein beſonderer Stoff anzunehmen iſt, kann es aus einer Proteinverbindung und durch Abgabe und nicht durch Aufnahme von Sauer-

[1]) Ebendaſelbſt. 1841. T. XII. p. 539.

ſtoff entſtehen. Vermuthlich geht aber, wie ich dies ſchon im Artikel »Blut« wahrſcheinlich zu machen geſucht habe, die Bildung des Farbeſtoffs vom Fette aus, und dann wäre allerdings der Sauerſtoff hier mit thätig. Uebrigens iſt es noch ſehr zweifelhaft, ob das Blutroth ſich ſchon in dem Milchbruſtgang aus dem Chylus entwickelt. Freilich kommt es nicht aus dem Darmkanal, findet ſich erſt jenſeits der Gefäßknoten; aber es fragt ſich, haben ſich die Blutkörperchen, an welche es gebunden iſt, ſchon aus den Chyluskörperchen während ihres Verlaufes durch den Milchſaftgang gebildet, oder ſind ſie nur vom Blut her in die Drüſen übergetreten? Hewſon[1]) nahm an, daß die rothe Hülle des Blutes theils von den Wandungen der Lymphgefäße abgeſondert werde oder wenigſtens durch deren Einfluß entſtehe, theils aber in der Milz gebildet werde, ſo daß alſo die Lymphe aus dieſen Organen dem Chylus rothe Blutkörperchen zuführe. Den Beweis für dieſe das Blutroth bildende Kraft der Milz glaubte er darin zu finden, daß nach Unterbindung der Gefäße der Milz ſich in den Lymphgefäßen derſelben ſehr viele vollſtändige Blutkörperchen, in den Venen dagegen ſich gar keine Lymphkörperchen vorfinden. Tiedemann und Gmelin[2]) leiten die rothe Farbe von dem aus dem arteriellen Blute in die Lymphgefäße übergetretenen Farbeſtoff her, der ſowohl in den Gekrösknoten, wie in der Milz an die Chylus- und Lymphkörperchen abgegeben werde. Sie berufen ſich behufs der Beweisführung bloß auf die Beobachtung, daß vor dem Eintritt in die Meſenterialknoten der Chylus noch nicht roth iſt, es erſt nach und nach wird, und am auffallendſten dieſe Farbe zeigt, nachdem er ſich mit der Milzlymphe gemiſcht hat. Auf welche Weiſe ſie ſich den Uebertritt des Blutroths denken, ob in Auflöſung, wie Müller[3]) nicht abgeneigt iſt zu glauben, erörtern ſie nicht. Gegen letztere Annahme ſtreitet Arnold[4]); das Blutroth, ſagt er, ſei nirgends aufgelöſ't, auch nicht in der Milzlymphe, es werde überall da durch Wechſelwirkung von den Chyluskörperchen an ſich gezogen, wo dieſe mit den Blutkörperchen in mittelbare oder unmittelbare Verbindung treten. Dies werde ſowohl durch die relative Zunahme der Blutkörperchen im Chylus, als wie durch die Gleichheit der Kerne der Blutkörperchen mit den Lymphkörperchen bewieſen. Ich zweifle, daß man ſich wird eine klare Vorſtellung bilden können, wie dieſe Wechſelwirkung ſtattfinden ſoll. Bei der unmittelbaren Berührung beider Körperchen können ja auch die Blutſcheibchen ſich ganz dem Chylus und der Milzlymphe beimiſchen, und wie ein Uebertritt des Blutroths ohne vorhergehende Auflöſung deſſelben erfolgen ſoll, will mir nicht einleuchten. Ueberhaupt begreife ich nicht, wie die Blutkörperchen, ohne zerſetzt zu werden, ihr Blutroth abgeben können. Wenn wir uns die im Chylus enthaltenen Blutkörperchen als in demſelben entſtandene denken dürfen, ſo iſt kein Grund vorhanden, weßhalb wir nicht lieber die Meinung Emmert's und Burdach's[5]) adoptiren ſollten, daß der in den Lymphknoten und in der Milz aus dem rothen in das farbloſe Blut eindringende Sauerſtoff die Urſache der Röthung der Körperchen ſei. Es iſt aber keine Nothwendigkeit vorhanden, jene Vorausſetzung anzunehmen, vielmehr läßt ſich dieſelbe als höchſt unwahrſcheinlich darthun. Hauptſächlich kommt das Blutroth des Chylus aus der Milzlymphe, denn vorher iſt ſeine Röthe und ſein Gehalt an Blutkörperchen nach den Erfahrungen aller Beobachter höchſt unbeträchtlich, nach den meinigen ſelbſt gar nicht wahrnehmbar. Ich habe ſchon früher anderswo nachgewieſen, daß außer gewöhnlichen Chyluskügelchen und vollſtändigen Blutſcheibchen dieſe Flüſſigkeit keine andere

[1]) Disquis. exp. 99, 104.
[2]) A. a. O. S. 77. [3]) A. a. O. S. 547. [4]) A. a. O. S. 176. [5]) A. a. O. S. 387.

Körperchen, keine halb ausgebildete Blutkörperchen, etwa Scheibchen mit hervorragendem Kern enthält, und entweder die Körperchen der Milzlymphe durch Waſſer nicht verändert oder wie Blutkörperchen bis auf ihre faſerſtoffige Grundlage aufgelöſ't werden. Eben ſo wenig iſt es mir möglich geweſen, bei Säugethieren (Katzen, Kaninchen) in dem Gehalt des Bruſtgangs ſolche Uebergangsſtufen zu finden. Man muß ſich ſehr hüten, die durch den wäſſerigen Milchſaft zuweilen etwas abgerundeten Blutkörperchen für ſolche unvollſtändig entwickelte Blutſcheibchen anzuſehen. Durch dieſe negativen Reſultate meiner Unterſuchungen werden zwei Schwierigkeiten beſeitigt, die der andern Anſicht ſehr im Wege ſtehen. Erſtens nämlich wäre es doch eine merkwürdige Erſcheinung, daß unter den Kügelchen derſelben Flüſſigkeit einige vorkommen, die ſich noch auf der erſten Stufe ihrer Ausbildung befinden, und andere, welche ſchon den höchſten Grad derſelben erlangt haben, obgleich doch alle denſelben Einflüſſen unterworfen geweſen ſind; zweitens wäre es nicht gut begreiflich, wie im Blute eine ſo große Menge farbloſer Kügelchen, die offenbar zum Theil Chyluskügelchen ſind, vorkömmt, deren Umwandlung zu Blutkörperchen hier demnach ſehr langſam erfolgen müßte, obgleich doch gerade im Blute alle diejenigen Hülfsmittel zu derſelben, die man im Chylus für wirkſam hält, Sauerſtoff, Natron und Blutroth hinreichend einwirken können. Früher freilich, als man glaubte, es bedürfe nur der Hülle um das farbloſe Kügelchen, damit dies zu einem Blutkörperchen werde, ſchien die Umwandlung eine Kleinigkeit zu ſein; jetzt aber, wo man weiß, daß der Kern, nachdem er ſich conſolidirt, von der allmälig löslicher werdenden Hüllenſubſtanz getrennt hat, erſt vergehen, ſich zertheilen und das Kügelchen platt werden, ſpäter in der Mitte ſich vertiefen muß, wird man einſehen, daß zu dieſem Vorgang mehr als ein paar Minuten erfordert werden. Man wird demnach wahrſcheinlich gern unſere Ueberzeugung theilen, daß die Blutkörperchen des Chylus durch Anaſtomoſen in dieſen eingetreten ſind, und zwar hauptſächlich mittelbar durch die Verbindungen der Lymphgefäße mit den Blutgefäßen in der Milz. Die von Fohmann vermutheten Anaſtomoſen in den Gekrösdrüſen ſind bekanntlich von vielen Anatomen beſtritten worden, indem ſie dieſelben aus Zerreißung erklärten. Es wäre indeß ein höchſt ſonderbares anatomiſches Verhältniß zwiſchen beiden Arten von Gefäßen erforderlich, durch welches es möglich würde, ohne Erzeugung eines Extravaſats die Venen von den einführenden Chylusgefäßen aus zu injiciren. Wenn hier förmliche Anaſtomoſen exiſtiren, ſo ſind ſie freilich wahrſcheinlich ſo fein, daß das Auge ſie nicht ohne Injection entdecken wird. Bei Vögeln, Amphibien und Fiſchen haben Fohmann, Lauth und Panizza Verbindungen zwiſchen den Milchgefäßen und Venen im Gekröſe nachgewieſen. Bei den Säugethieren kommen dieſe Verbindungen auch vor und ſind bei denjenigen Thieren am regelmäßigſten, bei welchen der Chylus am meiſten geröthet iſt, nämlich beim Pferde. Gerber[1]) beſchreibt die Einmündung dieſer Lymphzweige in die Venen ſehr genau; er fand an den Verbindungsſtellen theils einfache, theils gepaarte halbmondförmige, theils zuſammengeſetzte Klappen, welche den Eintritt des Blutes in die Lymphgänge verhüten ſollen. Daß ſie aber dieſen ganz verhindern, iſt nicht wahrſcheinlich; daß ſie ihn erſchweren, iſt gewiß. Es wird wohl davon abhängen, ob das Chylusgefäß leer oder voll iſt; in erſterm Fall wird der Eintritt möglich, in letzterm unmöglich ſein. — Daß man bei leerem Darm mehr Blutkörperchen im Chylus als ſonſt findet, erklärt ſich ſomit ganz

[1]) Allgemeine Anatomie des Menſchen und der Hausſäugethiere. Bern, Chur u. Leipzig 1840. S. 166.

gut; eben so daß dann, wenn die Milzvene unterbunden wird, desto mehr Blutkörperchen in den Lymphgefäßen der Milz angetroffen werden. Nur eine einzige Beobachtung könnte man, wie dies auch von Burdach geschehen ist, gegen die Ansicht, daß die Blutkörperchen von den Blutgefäßen her eingedrungen sind, anführen; ich meine die schon erwähnte von Elsner. Nach der Unterbindung des ductus thoracicus röthete sich nach und nach der Chylus in demselben. Ob vor der Unterbindung der Milchsaftgang sich ganz gefüllt habe, ob die Bauchhöhle bei dem Versuche geöffnet wurde, dies Alles erfahren wir nicht. So viel kann ich versichern, daß es besonderer Umstände bedarf, um diese Erscheinung zu beobachten; mir ist es nie gelungen. Ob nun der Chylus vielleicht beim Stocken sich röthen kann, indem Hämatin (aber keine Blutkörperchen) sich bildet, muß ich aus Mangel an Erfahrung unentschieden lassen. — Gegen die Annahme einer Verbindung zwischen den Chylus- und Blutgefäßen hat man den Einwurf gemacht, daß dann die Thiere nach Unterbindung des Brustgangs nicht verhungern dürften, wie dies oft, namentlich nach den Versuchen von A. Cooper und Dupuytren, aller verzehrten Nahrung unerachtet, der Fall ist. Indessen haben nicht alle Versuche diesen Erfolg gehabt. Flandrin z. B. unterband bei zehn Pferden den Brustgang und fand, daß sie in den folgenden 14 Tagen, die er sie noch leben ließ, nicht im mindesten abmagerten. Da bei diesen Thieren zuweilen der Milchsaftgang doppelt ist, so könnte hierin die Ursache liegen, daß dieselben jene Operation so gut ertragen. Die beiden genannten ausgezeichneten Wundärzte, welche jene Operation versuchten, wollen wenigstens dies bei den am Leben gebliebenen Thieren so gefunden haben; Flandrin versichert jedoch, sich durch die sorgfältigste Section vergewissert zu haben, daß diese anatomische Eigenthümlichkeit bei den operirten Pferden nicht existirte. Selbst auch Hunde, bei denen der Kanal stets einfach ist, vertrugen zuweilen die Unterbindung ohne Nachtheile. So erhielten Leuret und Lassaigne einen Hund noch fünfzig Tage am Leben. Die Section zeigte die gute Unterbindung des einfachen Kanals nach. Da übrigens, wie dies aus der schwachen Röthe des Chylus dieser Thiere, selbst nach langem Hungern, hervorgeht, die Verbindungen zwischen beiden Gefäßarten meist nur höchst gering zu sein scheinen, so kann es uns nicht wundern, daß andere Beobachter den Hungertod nach Unterbindung des Brustgangs bei diesen Thieren folgen sahen. — Für die Anastomosen zwischen den Chylusgefäßen und der Pfortader spricht außerdem auch noch die Erfahrung, daß nach Unterbindung von letzterer jene regelmäßig viel Blut enthalten, so wie endlich, daß man häufig Chylusstreifen in den Venen des Gekröses gefunden hat. Jedoch ist auf letztere Thatsache, die sich auf den bloßen Anschein bezieht, weniger Werth als auf erstere zu legen.

Die wichtigste chemische und in allen Beobachtungen bestätigte Veränderung, welche der Chylus während seines Laufes erfährt, besteht in der Vermehrung seines Gehaltes an Eiweiß und in der Verminderung seines Extractivstoffs und Fettes. Da wir wissen, daß das Fleischextract, das sogenannte Osmazom, die in kochendem Wasser und Alkohol lösliche Materie, größtentheils eine erst durch die Behandlung entstandene Verbindung des Eiweißes mit Milchsäure und kaustischem oder kohlensaurem Natron ist, so kann man nicht daran zweifeln, daß das Eiweiß deßhalb im Chylus des Milchbrustgangs vermehrt ist, weil es sich aus der Verbindung mit dem Natron getrennt hat. Diese Ansicht finden wir schon bei Emmert [1]) ausgesprochen. Derselbe hatte zuerst gefunden, daß die Gallerte und das Eiweiß des Chylus im umgekehrten Verhältniß

[1]) A. a. O. S. 206, 207.

ſtehe, und ſchreibt die Umwandlung jener in dieſe dem Einfluß der Lymphe zu. Prout [1]) läßt es unentſchieden, ob das Eiweiß im Chylus entſtehe, oder ob das im Darmkanal erzeugte weiter ausgebildet werde. — Die Lymphe enthält wenig Eiweiß, weniger als der Chylus und kann daher nicht den Eiweißgehalt von dieſem vermehren. Ob nun auch Eiweiß aus dem Blute in den Chylus übertritt, iſt ſchwer beſtimmbar, etwas auf jeden Fall dann, wenn Blutkörperchen im Chylus ſich finden; ſchwerlich läßt ſich aber die Behauptung von Tiedemann und Gmelin [2]) vertheidigen, daß das Eiweiß und die ſpeichelſtoffartige Materie des Chylus vorzugsweiſe oder gänzlich aus dem Blut herſtamme. — Ueber die Art der Verbindung des Eiweißes, in welcher es von den Milchgefäßen aufgenommen wird, kann man nur erſt eine beſtimmte Anſicht gewinnen, wenn man von dem Vorgang der Verdauung ausgeht. Schon im Magen wird unter Einwirkung des im Magenſaft enthaltenen Extractivſtoffs (Pepſins) und der Magenſäure (häuptſächlich oder ausſchließlich Milchſäure) das Eiweiß umgewandelt zu einem Stoffe, der theils in Waſſer und Alkohol, theils bloß in kochendem Waſſer löslich iſt. Jenen nannte man früher Osmazom, welcher aber nach Berzelius ein Collectivname für eine große Menge von verſchiedenen Subſtanzen iſt, dieſen Speichelſtoff. Da noch keine Elementaranalyſe von dieſen Stoffen beſteht, ſo wiſſen wir nicht genau, welcher Art dieſe Umwandlung iſt; es dürfte indeß im höchſten Grade wahrſcheinlich ſein, daß die Milchſäure, welche ſich zum Theil erſt aus dem Eiweiß bildet, hierbei weſentlich thätig iſt. Das Pepſin dient bloß als ein in Umſetzung begriffener Stoff, die Katalyſe zu erregen. Aber nur ein Theil des Eiweißes wird ſchon im Magen verwandelt; der andere kommt ungelöſ't mit Milchſäure getränkt, durch dieſelbe aufgequollen, mit der Galle in Berührung. Das Alkali dieſer Flüſſigkeit ſättigt die Säure, und die choleiſche Säure nach Demarçay oder das Bilin (und die Fellinſäure) nach Berzelius wird frei. In den Experimenten findet man letztern Beſtandtheil der Galle nicht wieder; er muß alſo in den Chylus und in das Blut aufgenommen ſein, falls er nicht zerſetzt wird, was nicht wahrſcheinlich iſt, da ſeine Zerſetzbarkeit gering iſt. Was iſt wahrſcheinlicher, als daß dasjenige Eiweiß, welches noch nicht aufgelöſ't iſt, ſich mit dieſem Stoff, ſo wie mit dem überflüſſigen Natron verbindet. So geht alſo ſowohl das Eiweiß in der Verbindung mit Milchſäure (milchſaurem Natron) als in Verbindung mit den weſentlichſten Beſtandtheilen der Galle in den Chylus über. Wenn es nun bei dem Durchtritt durch die Meſenterialknoten und in den Milchſaftkanal unter dem Einfluß des vom Blut übertretenden Sauerſtoffs und Natrons wieder zu Eiweiß ſich umgeſtaltet, muß die choleiſche Säure (oder das Bilin und die Fellinſäure) ſo wie die Milchſäure dafür abgegeben werden. Erſtere geht größtentheils in die Zweige der Pfortader über, wird alſo direct wieder zur Leber geführt, letztere wird, wie Berzelius ſchon ausſpricht, durch den Einfluß der thieriſchen Subſtanz in Kohlenſäure verwandelt und tritt in das Blut über. Nur in dem anfangenden Chylus könnte daher der für die Verdauung weſentliche Beſtandtheil der Galle wieder zu finden ſein; in dem Chylus des Bruſtgangs hat man ihn vergebens geſucht. — Wir ſehen alſo in der Umwandlung des Chylus gerade den umgekehrten Vorgang von dem, welcher bei der Verdauung ſtattfindet. — Es iſt ſchade, daß Gmelin, der den Milchſaft der Hunde, denen Tiedemann den Gallengang unterbunden hatte, unterſuchte, bloß auf das Verhältniß der feſten Theile zu dem Waſſer ſeine Unterſuchung beſchränkt hat und dieſelbe nicht auch auf die Art der Ver-

[1]) A. a. O. S. 288. [2]) A. a. O. S. 94.

bindungsart des Eiweißes ausgedehnt hat. Wir würden dann über den so eben besprochenen Vorgang besser unterrichtet sein. Er fand nur, daß der Chylus solcher Hunde weniger in Serum aufgelöste Stoffe als der normale enthält und weniger milchig aussieht (also weniger fetthaltig ist).

Das Fett wird aus dem Nahrungsschlauche aufgenommen, seine Menge nimmt allmälig im Chylus ab, vermehrt sich nie. Je mehr Fett die Nahrungsmittel enthalten, desto mehr findet sich meist auch von demselben im Milchsaft. Doch sollen hier noch Ausnahmen vorkommen. Bei sehr fetthaltiger Nahrung, z. B. bei Fleischnahrung, soll zuweilen der Fettgehalt des Chylus fehlen, wie Prout beobachtete. Ob aber nicht vielleicht in diesen Versuchen der Milchsaftgang zu spät untersucht ward? Ich habe gefunden, daß das Fett aus den Nahrungsmitteln rascher als das Eiweiß in die Milchgefäße aufgenommen wird. Auch die Körner der Cerealien, so wie Erbsen und Bohnen, enthalten Fett, und es ist deßhalb fraglich, ob der aus ihnen gebildete Chylus noch anderes Fett besitzt als dasjenige, welches schon in jenen Nahrungsmitteln enthalten war. Möglich wäre es, daß aus dem Amylum bei der Verdauung auch durch Metastase sich Fett bildete, so daß dadurch zu erklären wäre, wie die vegetabilische Substanz mehr den Absatz des Fettes im Körper befördere als animalische. Letzteres ist jedoch keineswegs allgemein bewiesen. Tiedemann und Gmelin fanden den Chylus bei Hunden, die mit Stärkemehl gefüttert waren, nur sehr schwach getrübt. — Da der Speichelsaft eine andere Umsetzung der Elemente des Stärkemehls, nämlich die Verwandlung in Zucker anregt, welche nachher mit der Bildung der Milchsäure endigen muß, so ist die Umwandlung des Amylums in Fett schwer zu erweisen. — Im Chymus findet sich das Fett nicht fein vertheilt vor; erst bei dem Durchtritt durch die Wand des Darmkanals (wahrscheinlich in Folge der Einwirkung der Galle) wird es so fein vertheilt, wie es im Chylus wiedergefunden wird. — Man nimmt es als erwiesen an, daß das Fett im Chylus des ductus thoracicus nicht so reichlich vorhanden ist als in dem der Milchgefäße. Größtentheils schließt man dies aus der weniger milchigen Beschaffenheit des erstern und aus der geringern Menge von Fettkügelchen bei der mikroskopischen Untersuchung. Dieser Schluß ist aber trügerisch, weil das Fett in derselben Menge vorhanden sein kann, ohne durch diese beiden Merkmale erkannt zu werden. Die Fettkügelchen bilden sich nur, wo das Fett flüssig ist; wird dieses in festes verwandelt, wie dies doch zu einem Theile im Chylus geschieht, so verschwinden sie; trübe und milchig ist eine fetthaltige Flüssigkeit nur, wenn das Fett darin suspendirt ist, sobald dies aber sich verseift, wie es im Chylus der Fall ist, so klärt jene sich auf. Bedenken wir, daß ferner ein Theil des Fettes zu der Bildung der Chyluskörperchen verwandt wird, und daß, wie schon Tiedemann und Gmelin bemerken, die sich dem Chylus beimischende, denselben verdünnende, Lymphe sehr fettarm ist, so wird es uns begreiflich, wo das Fett im Chylus bleibt, ohne daß wir genöthigt sind, die Hypothese Leuret's und Lassaigne's zu Hülfe zu nehmen, nach welcher das Fett durch die Wandung der Milchgefäße hindurchschwitzen soll. — Das zur Verseifung des Fettes verwandte Alkali ist wahrscheinlich zum Theil dasjenige, welches vorher mit dem Eiweiß in Verbindung gewesen war, entweder als kohlensaures (kaustisches) oder als milchsaures, später in kohlensaures umgewandeltes; zum Theil kann es auch aus dem Blut übergetreten sein.

In dem Speisebrei ist noch kein Faserstoff enthalten, wenigstens nicht als von selbst gerinnbare Substanz. Da in jeder Nahrung Faserstoff vorhanden ist, und wir nicht wissen, ob der Magensaft und die Galle bei der Auflösung des Faserstoffs denselben in seiner Zusammensetzung so verändern, daß er einer

Verbindung des reinen Proteins mit der Säure oder mit dem Alkali gleichkommt, so läßt sich auch nicht bestimmen, ob der in den Milchgefäßen sich zeigende Faserstoff derselbe ist, der schon in den Nahrungsmitteln sich vorfand, oder aus Käsestoff oder Eiweiß sich gebildet hat. Daß auch letzteres geschehen könne, unterliegt keinem Zweifel. Während des Durchtritts des Milchsafts durch die Darmwandung muß sich schon der Faserstoff bilden, denn die Flüssigkeit aus den feinsten Milchgefäßen ist gerinnbar, und zwar um so mehr, je nahrhafter die genossene Nahrung war. Und wenn andere Beobachter nicht ein Gleiches fanden, oder die Gerinnung dieser Flüssigkeit unvollständig nennen, so kommt dies daher, daß man in der Regel zu wenig Chylus aus jenen Gefäßen erhält, und die Gerinnung desto vollständiger erscheint, je größer die Menge der gerinnenden Flüssigkeit ist. Es soll aber hiermit nicht in Abrede gestellt werden, daß nicht auch in den Mesenterialknoten, vielleicht selbst auch in dem Milchsaftkanal, noch Faserstoff aus einer andern Proteinverbindung (gewöhnlich läßt man den Sauerstoff auf das Eiweiß diese Wirkung äußern) entstehe, und so der Gehalt an diesem Stoff im Chylus sich vermehre. Daß aus dem Fett diese Umwandlung erfolge, wie Schultz annimmt, dafür läßt sich kein hinreichender Beweis finden (siehe die Entstehung des Faserstoffs im Blute). Durch die Lymphe mischt sich ebenfalls Faserstoff dem Chylus bei, jedoch trägt diese Beimischung nicht zur Vermehrung des relativen Gehalts an jenen Stoffen bei, da im Durchschnitt die Lymphe ärmer an Faserstoff ist als der Chylus. Tiedemann und Gmelin nehmen an, daß der Faserstoff hauptsächlich aus dem Blut in die Lymphe übertrete, weil sie bei nüchternen Pferden mehr Faserstoff im Chylus fanden als bei den mit Hafer gefütterten. Da in dem Maße, wie das Fett und die Chyluskörperchen, die beiden eigenthümlichsten Bestandtheile des Chylus, mangeln, zugleich mit den Blutkörperchen auch der Faserstoff vorwaltet, so ist jene Behauptung nicht zu bezweifeln, wenn sie nur nicht auf allen Faserstoff des Chylus ausgedehnt wird, denn bei vollen Milchgefäßen ist der Uebertritt des Blutes durch Anastomosen wenig wahrscheinlich und noch weniger der Uebertritt der farblosen Blutflüssigkeit, wie er doch stattfinden müßte, da die Blutkörperchen in dem Chylus zuweilen gänzlich fehlen.

Endlich das Wasser des Chylus anlangend, so muß die relative Menge in demselben sowohl durch die Beimischung von Blut als durch Abgabe des Wassers an die Blutgefäße in den Mesenterialknoten und in den übrigen Milchkanälen abnehmen, durch den Zutritt der Lymphe, die meist wässeriger als der Chylus ist, wieder zunehmen. Nur den sehr wässerigen Chylus, wie ein solcher beim Fasten und bei Aufnahme von Getränk gebildet wird, kann die Lymphe nicht verdünnen.

Ueberblicken wir nun alle Arten, auf welche der Chylus auf seinem Wege zur Schlüsselbeinvene verändert wird, so sehen wir, daß in den Mesenterialknoten und zum Theil noch in den Gefäßen, sowohl durch Aufnahme als Abgabe und Umwandlung der vorhandenen Bestandtheile, seine Zusammensetzung eine Veränderung erfährt. Die Aufnahme geschieht theils durch die Durchschwitzung von Serum des arteriellen Blutes, theils durch Eintritt von ganzem Blute, und zwar in dem Maße stärker, wie die Chylusgefäße weniger gefüllt sind, theils durch Beimischung der Lymphe. Die Abgabe, vermittelst Durchschwitzung, betrifft besonders das Wasser, die Kohlensäure, die milchsauren Salze (als solche, oder als kohlensaure) und die mit dem Eiweiß verbunden gewesenen Bestandtheile der Galle; und außerdem tritt ein Theil des vollständigen Chylus in die Blutgefäße über. Die Umwandlung ist Wirkung

der aufgenommenen Stoffe (Sauerstoff, Natron), der Wärme und des lebendigen Einflusses der Chyluswände, so wie natürliche Eigenschaft eines aus belebtem Stoff gebildeten Kügelchens (sogenannte metabolische Kraft der Zelle) und äußert sich in der Umbildung des Extractivstoffs, Vermehrung des Eiweißes, des Faserstoffs, Verseifung des Fetts, sowohl als in der Bildung und Veränderung der Chyluskörperchen *).

H. Nasse.

---

*) In der so eben erst erhaltenen höchst schätzenswerthen allgemeinen Anatomie von Henle (Leipzig bei Leopold Voß) werde ich S. 421 und 471 eines zweifachen Irrthums in Betreff der Beschreibung der Chyluskörperchen geziehen; ich muß jedoch diese Beschuldigung für eine Uebereilung des Verfassers erklären. Erstens habe ich keineswegs die Farbestoffpartikelchen des aus den Mesenterialknoten der Ochsen ausfließenden Milchsafts mit den Fettpartikelchen oder Elementarkörnchen des Chylus verwechselt. Ich gebe ausdrücklich an, daß sie sich chemisch von denselben unterscheiden (Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. Bd. II. S. 8), indem sie nicht durch Aether verschwinden. Die feinen punktförmigen Fetttheilchen des Chylus habe ich S. 15 beschrieben. Ich gebe ferner an, daß die Farbestoffpartikelchen dieselben sind, wie man sie in den schwarzen Bronchialdrüsen der Menschen findet. Daß sie ein wesentlicher Bestandtheil des Chylus sind, behaupte ich nirgends. Auch erwähne ich ausdrücklich, daß sie nicht in den Mesenterialknoten der Fleischfresser vorkommen, bei denen die Fettpartikelchen am häufigsten sind. — Zweitens soll ich behaupten, daß die Chyluskörperchen durch Essigsäure einschrumpfen, und nicht wissen, daß durch diesen Zusatz die peripherische Substanz, welche Henle Schale nennt, aufgelöst werde. Ich rede aber immer nur von der Verkleinerung und Auflösung durch Essigsäure, nirgends von Einschrumpfung. S. 29 steht unter Anderm: In den Chyluskörperchen löst die Peripherie nach Zusatz von Essigsäure schneller sich vollkommen auf, der Kern dagegen schwerer als bei Lymphkörperchen ꝛc.

Elektricität der Thiere.

In diesen Abschnitt der Physiologie der Thiere gehören zwei verschiedene Reihen von Erscheinungen. 1) Wie die Natur vielen Geschöpfen mechanische oder chemische Mittel verleiht, um sich entweder zu vertheidigen oder ihre Beute zu erhaschen und in einen zur Verspeisung geeigneten Zustand zu versetzen, so gewährt sie einzelnen thierischen Wesen die Fähigkeit, starke elektrische Entladungen unter gewissen Umständen zu erzeugen und den Feind auf diese Art zu betäuben oder zu erlegen. Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen gehören alle Thiere, welche solche Fähigkeiten besitzen und zu diesem Zwecke mit eigenen peripherischen Werkzeugen, den sogenannten elektrischen Organen, ausgerüstet sind, zu der Klasse der Fische und zwar entweder zu den Plagiostomen oder den Weichflossern (und vielleicht den Stachelflossern oder den Haftkiefern unter den Grätenfischen). Man nennt sie Zitterfische oder elektrische Fische. 2) Die chemische Eigenthümlichkeit der organischen Körper überhaupt und der thierischen und menschlichen insbesondere, die Heterogenität der Bestandtheile der Organe und Gewebe, läßt theoretisch voraussetzen, daß sie im Stande seien, unter gewissen Verhältnissen elektrische Spannungen und Strömungen hervorzurufen. Es stellt sich hierdurch zunächst die Aufgabe, die Contactelectricität der Thiere und des Menschen zu studiren und zu untersuchen, ob die während des Lebens regen Thätigkeiten darauf einfließen, oder ob nur die physikalisch-chemischen, auch nach dem Tode vor eintretender Fäulniß sich erhaltenden Eigenschaften der thierischen Theile das Bestimmungsglied ausmachen. In Betreff der nur während des Lebens und kurz nach dem Tode zum Vorschein kommenden Energieen stellt sich noch eine Nebenfrage, ob nämlich durch einzelne Lebensthätigkeiten, vorzüglich durch die Strömungen des Nervenfluidums, elektrische Ströme erregt werden können. Man bezeichnet dieses ganze, aus heterogenen Theilen zusammengesetzte Gebiet mit dem nicht ganz richtigen Namen der animalischen Elektricität im engeren Sinne.

I. Elektricität der Zitterfische. Die über dieselbe anzustellende Untersuchung zerfällt in einen anatomischen und einen physikalisch-physiologischen Theil. Der erstere schildert die electrischen Organe nebst den übrigen Apparaten, welche auf die Thätigkeit derselben einen wesentlichen Einfluß haben, vorzüglich die Nerven derselben und die den letzteren entsprechenden Centraltheile des Nervensystems. Der physikalisch-physiologische Theil untersucht die äußeren und die inneren Bedingungen, unter welchen die elektrischen Schläge zu Stande kommen und die Eigenschaften, welche die entwickelte Elektricität darbietet. Erst wenn beide Abtheilungen der genannten Forschungsreihen vorliegen, kann der Versuch gemacht werden, durch eine Theorie zu erklären, auf welchem Wege die Natur ihre elektrischen Ap-

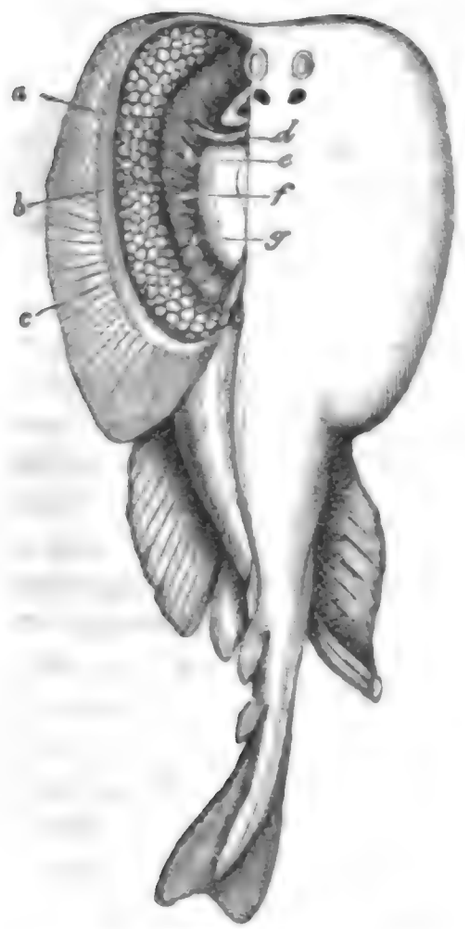
parate in elektrischen Organen zu Stande bringt und auf welche Art es möglich wird, daß die Entladungen nach Regulation des Nervensystemes des Zitterfisches zu Stande kommen und so erst dem Thiere von Nutzen werden.

Die bis jetzt genauer bekannten Zitterfische sind 1) aus der Familie der Rochen, der Ordnung der Plagiostomen, unter den Knorpelfischen, die Zitterrochen der Europa umspülenden Meere, Torpedo (T. narke s. marmorata u. T. galvanii), und die der Küsten Brasiliens, Narcine (N. brasiliensis), 2) aus der Familie der Aale unter den Kahlbäuchen, aus der Ordnung der Weichflosser, der Zitteraal (Gymnotus electricus), oder aus der Familie der Welse unter den Bauchflossern, aus der Ordnung der Weichflosser, der Zitterwels, Malapterurus (Silurus) electricus. Die Zitterrochen finden sich in dem ganzen Bassin des Mittelmeeres, in dem atlantischen Ocean und bisweilen (wahrscheinlich durch Verirrung) in der Nordsee, die Zitteraale in Flüssen und Landseen des südlichen Amerika's, vorzüglich von Guyana, die Zitterwelse im Nil, dem Niger und andern Flüssen Afrika's. Alle diese Thiere, vorzüglich die Zitterrochen und die Zitteraale, sind in denjenigen Gegenden, welche ihre Heimath ausmachen, in reichlicher Menge vorhanden. Nach älteren Nachrichten werden noch mehre andere Fische, wie von Rochen Rhinobatus electricus, von Haftkiefern Tetrodon electricus und von den Bandfischen aus den Stachelflossern Trichiurus electricus aufgeführt. Allein diese Angaben sind noch als sehr problematisch anzusehen. Wir werden sehen, daß wenigstens der eine der genannten drei Fische, den anatomischen Ergebnissen nach, den elektrischen Fischen nicht beizuzählen sein dürfte.

A. Zitterrochen. Bei den Zitterrochen der alten, wie der neuen Welt findet sich auf jeder Seite nur ein einfaches elektrisches Organ. Es liegt in der vorderen Körperhälfte des Thieres nach innen von der großen Seitenflosse, und nach außen von den knorpeligen Hüllen des Gehirns und des Rückenmarks nebst der dazu gehörenden Muskulatur, nach außen von den auf der oberen Fläche des Thiers befindlichen Augen und Sprützlöchern, so wie den an der Unterfläche liegenden Oeffnungen der Kiemen und des Mundes, ist, der Totalform des Thiers entsprechend, plattgedrückt, stößt oben und unten mittelbar an die äußere Haut, außen an den langen Randknorpel, innen vorzüglich an die Schädel- und Rumpfmuskeln, zeigt an denjenigen Flächen, welche der Haut anliegen, polygonale bis polygonal-rundliche, dem Pflanzenzellgewebe ähnliche Figuren, sonst dagegen parallele Bandstreifen, von denen jedes eine Menge von Scheidewänden so aufgeschichtet enthält, wie wir die Metallplatten zur Aufbauung einer galvanischen Säule zusammenlegen, ist im frischen Zustande von weißgelblicher und in Weingeist von mehr gelblicher Färbung, hat mit der Muskelsubstanz nur die äußere Farbenähnlichkeit, zeigt aber sonst seinem Baue und seinen Eigenschaften nach nicht die geringste Verwandtschaft mit demselben und wird daher reichlich mit Nerven, deren geringerer Theil von dem N. trigeminus, deren größere Menge von dem (motorischen Theile des) N. vagus kommt, versorgt.

a) Europäischer Zitterrochen. Torpedo narke (mit Augenflecken am Körper) und T. galvanii (mit gezackten Rändern der Sprützlöcher).

Fig. 1.



Da hier der Kopf quer abgestutzt ist und die Augen und die Sprützlöcher verhältnißmäßig weit nach vorn liegen, so reicht auch das elektrische Organ (Fig. 1. *a*.) bis dicht an den Vorderrand des Kopfes. Es ist von oben nach unten abgeplattet und zusammengedrückt, hat im Ganzen eine länglich-runde Gestalt, erscheint vorn breiter als hinten, hat vorn einen schwach convexen Rand, der nach außen etwas tiefer steht als nach innen, einen äußeren, dem Knorpel der Seitenflosse *c* anliegenden und einen inneren Rand, während es, von der Rückenseite betrachtet, nach hinten mehr spitz zuzulaufen scheint. Seine obere Fläche stößt mittelst einer faserigen Haut an die Haut des Rückens, seine untere an die des Bauches. Seine äußere Fläche ruht an dem Knorpel der Seitenflosse, seine innere, an der Muskulatur des Kopfes und des vorderen Theils des Rumpfes. Schon seinem äußeren Ansehen nach, bietet das elektrische Organ nach den genannten Flächen Verschiedenheiten dar. Die obere sowohl, als die untere Fläche zeigt pflanzenzellgewebeartige polygonale bis polygonal-rundliche Abtheilungen (Fig. 1 *a*. Fig. 2.). Die äußere sowohl als die innere, so wie die senkrecht bis schiefstehende hintere Fläche bietet longitudinale Scheidewände, in welchen die kleinen Septa, bei Weingeisterexemplaren meist etwas wellenförmig gebogen, über einander geschichtet liegen (Fig. 3.), dar. Man kann sich nämlich den Bau des Organs am besten auf folgende Weise anschaulich machen. Es besteht aus einer Menge von drei- bis sechseckigen bis rundlichen, von oben nach unten senkrecht gestellten Gebilden, von denen jedes einer aufgebauten galvanischen Säule gleicht und die wir daher auch kurz mit dem Namen der Säulen bezeichnen wollen. Die Randbegränzung jeder Säule bildet eine etwas dichtere sehnigte Membran, die wir mit dem Namen der aponeurotischen Scheidewand belegen, welche scheinbar dieselben Dienste, wie die seitlichen Glasstäbe einer aufgebauten galvanischen Säule leistet, und, wie wir bei der Theorie der Wirkung der Zitterfische sehen werden, vielleicht als Isolator wirkt. Innerhalb jeder dieser Säulen sind eine große Menge von Blättchen, welche wir als Septa bezeichnen wollen, quer aufgeschichtet. Bei der Ansicht von der oberen oder der unteren Seitenfläche, erscheinen diese Säulen von oben oder von unten betrachtet. Man sieht daher ihre polygonalen bis polygonal-rundlichen, durch die Scheidewände begränzten Flächen nebst der ganzen oberen Fläche des obersten oder der ganzen unteren Fläche des untersten Septums. An den Seitenflächen dagegen betrachtet man die Säulen von der Seite und erkennt daher die Randbegränzungen der aponeurotischen Scheidewand als zwei helle senkrechte Linien, innerhalb welcher die

Fig. 2.

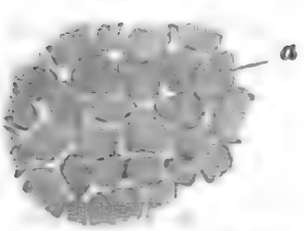


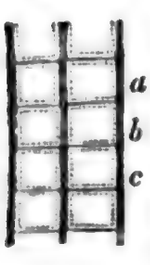
Fig. 3.

Septa sich quer bis quer wellig gebogen darstellen. Gegen diese Anschauungsweise des Baues des elektrischen Organs, ließe sich auf den ersten Blick noch einwenden, daß man oft an den Septis der oberen oder der unteren Fläche ebenfalls Streifen sieht, wie dieses in Figur 2 auch angedeutet worden. Allein diese Streifen rühren entweder davon her, daß das oberste Septum erschlafft ist und sich faltet, oder daß tiefere Septa verschoben sind, und durch ihr Hindurchscheinen jene Streifenansicht hervorrufen.

John Hunter zählte in dem elektrischen Organe eines Zitterrochens von gewöhnlicher Größe 470 und in denen eines 4½ Fuß langen Exemplars 1182 solcher Säulen. Bei dem männlichen Torpedo galvanii von 10″ 5‴ Länge und 5″ 6‴ größter Breite, nach dem Figur 3 gezeichnet ist, zählte ich, indem ich mir jedes Feld mit einem Punkt Dinte bezeichnete, 410 Säulen. Die mittlere Höhe der Säule betrug 2‴, die nach hinten von dem vorderen Rande des Organs entfernte 4‴, in der Mitte der Länge desselben 7‴, und 2‴ nach vorn von dem hinteren Ende entfernt 4,5‴. Dieses würde dann eine mittlere Höhe von 5,2‴ geben. Nun fand sich nach mikrometrischen Messungen, welche auf feinen senkrechten Longitudinalschnitten angestellt wurden, daß ungefähr 59 Septa auf eine Linie kommen. Nach der obigen Mittelhöhe enthielte dann ein elektrisches Organ des obigen Torpedo galvanii ungefähr 125788 und der ganze elektrische Apparat des Thieres 251576 Septa. Diese Schätzungszahl dürfte übrigens eher zu klein als zu groß ausgefallen sein. Bei einem Embryo von Torpedo galvanii von 3″ 1,5‴ größter Länge und 1″ 8‴ größter Breite zählte ich ungefähr 298 Säulchen. Die mittlere Höhe der letzteren betrug ungefähr 1‴, auf eine Linie Höhe ergaben sich im Mittel ungefähr 166 Septa oder Platten. Die Gesammtzahl der letzteren betrug daher ungefähr 49468. Hieraus ergiebt sich aber, daß sich mit fernerem Wachsthum die Zahl der Plattenpaare vermehrt, daß die Säulen höher werden und auch an Zahl zunehmen. Ob aber die von Hunter aufgestellte Vermuthung, daß jedes Jahr eine neue Säulenreihe in der Peripherie abgelagert werde, richtig sei, steht dahin. Allerdings bemerkt man bisweilen Säulchen von kleinerem Umfange gegen den Rand und nach hinten hin.

Die Scheidewände sind hier feiner gebaut, als wir sie bei dem Zitteraale antreffen werden, und bestehen in ihrer Grundmasse aus eigenthümlichen sehnigten bis sehnigt-elastischen Faserbündeln. Die Septa enthalten eine mittlere Grundmembran und zwei auf beiden Seiten der letzteren aufliegende Epithelialschichten. Die Grundmembran bildet ihrer Hauptmasse nach eine sehr verdünnte Fortsetzung der Scheidewand und erscheint an und für sich durchsichtiger und bei geeigneten Präparaten feinfaserig. Die auf ihren beiden freien Oberflächen befindlichen Epitheliallagen bilden einen Körnerüberzug und stellen vielleicht im ganz frischen Zustande Epithelialzellen mit Kernen (und an den Zellenwandungen abgelagerten Körnchen) dar. Dieser Ueberzug bekleidet auch diejenigen Oberflächentheile der Scheidewände, welche gegen die Zellenräume der Säule gekehrt sind. Hiernach würden wir dann den in Fig. 4 gezeichneten Typus der Säulen des elektrischen Organs haben. *a* bezeichnet die Grundmembran eines Septum. *b* die den Innenraum der Zelle auskleidende Epitheliumlage. *c* eine aponeurotische Scheidewand. Man sieht auch leicht ein, weßhalb sich in jedem Septum in der Mitte eine Grundmembran, und zu beiden Seiten Epitheliumschichten vorfinden müssen. In den Zwischen-

Fig. 4.



räumen zwischen den Septis existirt eine Flüssigkeit. Wir können uns daher auch jede Säule so denken, als sei sie aus einer Menge von parallelopipedischen Kästchen aufgebaut. Die letzteren haben doppelte Wandungen, eine innere, die Epitheliallage, und eine äußere, die Grundmembranen der Septa und die aponeurotischen Scheidewände. Die horizontalen Theile der Wände (Grundmembranen der Septa) sind gewissermaßen von einander geschieden, die senkrechten dagegen in benachbarten Säulen zu der einen aponeurotischen Scheidewand verbunden.

Hat man nun ein einzelnes Septum der Fläche nach ausgebreitet, so erkennt man unter dem Mikroskope in ihm sehr gut, selbst in Weingeistexemplaren, die Ausbreitung der feinsten Blutgefäße und Nerven. Beide verlaufen in verschiedenen Höhen. Irre ich nicht, so liegen die Endgeflechte der Nerven mehr nach der oberen oder Rücken-, die feinsten Blutgefäßnetze nach der unteren oder Bauchseite jedes Septums hin. Doch kann ich diese Vermuthung in ihrer Allgemeinheit nur als sehr problematisch hinstellen. Die Endplexus der Nerven gleichen im hohen Grade denjenigen Endgeflechten, welche wir in den mit quergestreiften Muskelfasern versehenen Gebilden der Wirbelthiere und des Menschen wahrnehmen. Daß die elektrischen Organe sehr viele Blutgefäße und Nerven erhalten, hat schon Hunter mit Recht angemerkt.

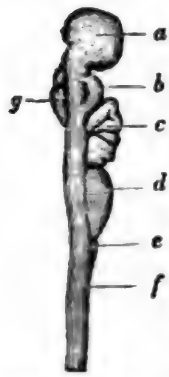
Die oben dargestellten Resultate kann man mit einiger Geduld durch die mit Hülfe des Mikroskopes vorgenommenen Untersuchungen von Weingeisterexemplaren erlangen. Künstliche Erhärtung, wie sie häufig, besonders von italienischen Forschern, vorzüglich Frioli, angewendet wurden, vermögen nur im Allgemeinen dasjenige, was man auf den ersten Blick sieht, daß nämlich in jeder Säule die Septa gleich den Plattenpaaren einer galvanischen Säule aufgeschichtet sind, zu bekräftigen. Weiter führen solche Methoden nicht.

Die chemische Analyse ergab Matteucci im Mittel 90,34 % Wasser und 9,66 % feste Bestandtheile. Diese enthielten 47,6 % in kaltem Alkohol, 13,5 in Wasser lösliche und 38,9 in Alkohol unlösliche Stoffe.

Vier größere Nervenstämme treten jederseits in der Richtung von innen nach außen in das elektrische Organ (Fig. 1 *d e f g*) und bestimmen gewissermaßen die Gränze zwischen der oberen und der unteren Hälfte der inneren Fläche des elektrischen Organs, der vorderste Nervenstamm gehört dem N. trigeminus an. Hat man die Theile von der Rückenseite präparirt, so sieht man, daß der dreigetheilte Nerv einen sich bald vielfach spaltenden Hauptstamm (ungefähr dem R. ophthalmicus entsprechend) gerade nach vorn gegen die Sprützlöcher, das Auge, den Schädel mit seinen Weichgebilden, und die Haut der Mitte des Vorderrandes des Thieres hin absendet; dann folgt nach außen ein zweiter starker Ast (ungefähr R. maxillaris superior), der, sich theilend, den äußeren, viel größeren Theil des Vorderrandes des Thieres versorgt, dann den vorderen und den äußeren Rand des elektrischen Organs umkränzt, keine Zweige von Bedeutung in dasselbe schickt und sich in der Haut, bis noch weit hinter den elektrischen Organen vertheilt. Endlich kommt noch ein dritter, sehr starker Hauptstamm, dessen größte Masse den elektrischen Ast des dreigetheilten Nerven bildet (Fig. 1 *d*). Er geht zuerst nach hinten und außen, ertheilt einen Ast, der in den vor ihm liegenden hervorstehenden muskulösen Winkeltheil eindringt, und dann in der Tiefe nach vorn und gegen die Unterlippe verläuft (R. maxillaris inferior), biegt dann mit seinem bei weitem dicksten Theile (R. electricus N. trigemini) hin-

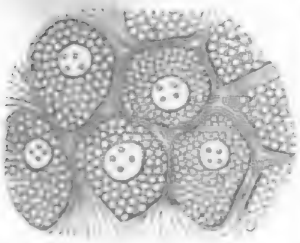
ter dem genannten Winkeltheile nach vorn um und verbreitet sich in gabeligen Verzweigungen in der inneren Parthie des vordersten Theiles des elektrischen Organs. Die meisten, wo nicht alle Bündel dieses dritten Astes entspringen hinter den Lobis opticis, hinter und zum Theil unter dem Cerebellum und vor und unter den Lobis ventriculi quarti aus dem vordersten und seitlichen Theile der Medulla oblongata, tiefer, als die übrigen Fascikel des dreigetheilten Nerven, beurkunden sich so als Portio minor s. motoria und gehen dünnere Anastomosen mit den beiden anderen Aesten ein. Die drei anderen elektrischen Hauptnervenstämme gehören zu dem System des N. vagus. Der vorderste von ihnen ist der stärkste, noch bedeutend stärker als der R. electricus N. trigemini, und versorgt die äußere Parthie des Vordertheils und eine geringe Portion des Mitteltheils des elektrischen Organs. Der mittlere R. electricus N. vagi ist schwächer und versieht die mittlere und den Anfang der hintern Portion des elektrischen Apparats. Der hinterste ist der schwächste, und vertheilt sich in die hinterste Abtheilung des elektrische Schläge erregenden Werkzeuges. Zu dieser geht dann noch ein hinterster feiner Faden des N. vagus. Ordnen wir diese vier Hauptstämme ihrer Dicke nach in aufsteigender Linie, so haben wir R. electricus postremus N. vagi, R. e. N. trigemini, R. e. medius N. vagi und R. e. anterior N. vagi. Bei dem oben erwähnten Torpedo galvanii, wo die größte Länge des elektrischen Organs 3″ 4‴, die größte Breite desselben 1″ 5‴ betrug, hatte der R. e. postremus N. vagi eine Dicke von 0,8‴; der R. e. N. trigemini eine solche von 0,9‴; der R. e. medius N. vagi eine solche von 1,2‴, und der R. e. anterior eine solche von 1,4‴. Verfolgt man diese Stämme rückwärts, so sieht man, daß sie zwischen den Kiemen mit ihren Gerüsten hindurchtreten, gegen das centrale Nervensystem convergiren und hier seitlich an dem verlängerten Marke mehr gegen die Bauchfläche hin entspringen. Hierbei findet eine Alternation mit den Kiemen Statt. Es gehen nämlich immer dünnere Zweige zu den Kiemen und deren härteren und weicheren Gerüstgebilden. Die Kiemenzweige haben, wie Bendz bemerkte und ich ebenfalls bestätigen kann, gangliöse Anschwellungen mit peripherischen Nervenkörpern, während sich in den weit stärkeren Bündeln der elektrischen Nerven nichts der Art vorfindet. Entweder kann man daher, wie Bendz annimmt, die elektrischen Nerven als ganz eigenthümliche betrachten, oder vielleicht richtiger folgendermaßen deuten. Wir haben gesehen, daß der R. electricus N. trigemini zur motorischen Portio minor des dreigetheilten Nerven gehörte. Da wo die N. N. vagus und accessorius vollständig ausgebildet und geschieden sind, kann man bekanntlich den ersteren als den sensiblen, den letzteren als den motorischen Antheil eines zweiwurzeligen Hirnnerven ansehen. Wo keine solche Scheidung stattfindet, tritt auch in dem N. vagus eine größere Beimischung von motorischen Fasern ein. Schon bei den Reptilien, wo sich der N. accessorius auf ein kürzeres Wurzelfädchen und bisweilen auf ein Rudiment eines R. externus reducirt, müssen in dem N. vagus eine große Menge motorischer Fasern, die sonst dem N. accessorius zukommen, enthalten sein. Bei dem Zitterrochen erreichte nun die Quantität der motorischen Fasern das Maximum ihres Uebergewichts. Sie erschienen als die starken elektrischen Aeste, während die sensiblen vorzüglich zu den Kiemen, den Eingeweiden und der Haut gingen. Aus den Kiemenzweigen dringen noch einzelne Reiser gegen das elektrische Organ hin.

Fig. 7.



Das Gehirn des Zitterrochen zeichnet ſich dadurch aus, daß die Lobi ventriculi quarti bedeutend groß ſind, ſich in ihren ſtarken Nervenkörpern ſehr intenſiv ausbilden und zu dem vorzüglichen Centralorgane des elektriſchen Apparats werden. Man belegt ſie daher auch mit dem Namen, der elektriſchen Lappen, Lobi electrici. Fig. 7 ſtellt den ſenkrechten Longitudinaldurchſchnitt eines Gehirns von Torpedo galvanii, mit dem des von T. narke übereinſtimmt, dar. *a* bezeichnet den Hemiſphärenlappen der rechten Seite (Lobus hemisphaericus dexter), *b* den zum Theil verdeckten Sehlappen (Lobus opticus), *c* das kleine Gehirn (Cerebellum), *d* den Lappen des vierten Ventrikels oder den elektriſchen Lappen (Lobus ventriculi quarti s. electricus), *e* das verlängerte Mark (Medulla oblongata), *f* das Rückenmark (Medulla spinalis) und *g* untere Lappen und Hirnanhang (Lobi inferiores et hypophysis). Der mikroſkopiſche Bau des elektriſchen Lappens bietet eine beſondere Eigenthümlichkeit dar. Schon dem freien Auge nämlich zeigt ſich dieſes Gebilde von einer auffallend gelben Farbe. Man hat es daher auch mit dem Namen der gelben Lappen (Lobi citrini) belegt. Unterſucht man einen feinen Schnitt derſelben unter dem Mikroſkope, ſo ſieht man ſehr große, ſogar ſchon deutlich mit freiem Auge wahrzunehmende Nervenkörper oder Belegungskugeln, welche deutliche keimbläschenartige Kerne mit nucleolis zeigen, wie die in Fig. 8 gezeichnet ſind. Um und zwiſchen den Nervenkörpern befinden ſich faſerige Scheidenformationen, ähnlich, wie ſie ſonſt bei den peripheriſchen Nervenkörpern oder den Ganglienkugeln vorkommen. Man könnte nun zunächſt glauben, daß dieſe coloſſalen Nervenkörper es ſeien, welche die elektriſchen Effecte urſprünglich bedingen. Allein aus den Verhältniſſen des elektriſchen Lappens des Zitteraales, werden wir erſehen, daß ſolche große Nervenkörper keine nothwendigen Bedingungen eines elektriſchen Lappens ſind. Dort ſoll auch erörtert werden, aus welchen Gründen ſie in den Lobis electricis von Torpedo exiſtiren.

Fig. 8.



Die elektriſche Kraft des Zitterrochens mußte bei der Häufigkeit des Vorkommens dieſer Thiere im Mittelmeere ſchon den Alten bekannt werden. In der That finden wir auch ſchon bei Ariſtoteles Nachrichten darüber. Allein die Urſache der Wirkungsweiſe dieſer Thiere blieb Jahrtauſende lang unbekannt. Man lieferte nur hypothetiſche Erklärungsweiſen, von denen diejenigen, welche mechaniſche Verhältniſſe für den Grund des elektriſchen Schlages aufſuchten, die Hauptrolle ſpielten. Muſchenbroek ſchrieb zuerſt die Urſache des Phänomens der Elektricität zu, und Walſh, der ſich mit beſonderer Vorliebe dem Studium der Zitterfiſche ergab, und der auch John Hunter die Anregung verſchaffte, ſeine anatomiſchen Beobachtungen über den Zitterrochen und den Zitteraal anzuſtellen, bekräftigt daſſelbe. Die ſeit jener Zeit von ihm, Pringle, Magellan, Ingenhouß, Fahlberg, Spallanzani, Alex. von Humboldt, Bonpland, Gay-Luſſac, Todd, Humphrey Davy, John Davy, Colladon, Linari, Matteucci, Faraday, Schönlein und Watkins, unternommenen zahlreichen Verſuche haben es hinreichend nachgewieſen, daß man

es bei den Zitterfischen mit der gewöhnlichen physikalischen Elektricität zu thun habe, wenn auch mehre Umstände der Elektricitätserregung und Elektricitätsleitung dieser Thiere noch nicht vollkommen nach den bekannten Gesetzen der physikalischen Elektricität erörtert werden können.

Die Schläge des Zitterrochens theilen die meisten Eigenschaften der gewöhnlichen elektrischen Entladungen. 1) Sie erregen, wie man sich leicht überzeugen kann, ähnliche Empfindungen, wie die gewöhnlichen elektrischen Schläge. 2) Durch künstliche Apparate kann man auch dahin gelangen, daß im Momente des Schlages des Zitterrochens ein elektrischer Funken sichtbar wird. Während dieses älteren Forschern, von Walsh bis John Davy nicht glücken wollte, haben in neuester Zeit Linari und Matteucci Mittel, das Experiment mit Erfolg auszuführen, angegeben. Man nahm einen (577 Meter) langen Kupferdraht, und bildete aus ihm drei wurstförmige Schneckengänge und drei ebene Spiralen. In dem Innern des einen Schneckenganges befand sich ein Cylinder von weichem Eisen von 0,635 M. Länge und 0,31 M. Durchmesser. Die mit einander in Verbindung stehenden Drahtwindungen endigten in zwei mit isolirenden Handgriffen versehenen Silberschienen. Der den letzten Schneckengang mit der einen Silberschiene verbindende Theil des Drahtes war unterbrochen. Die hier amalgamirten Drähte tauchten in Quecksilber. Wurde nun die eine Silberschiene an den Rücken, die andere an den Bauch des auf einer Glasscheibe isolirten Fisches applicirt und das Thier durch Entladung der Kiemen gereizt, während man das eine Drahtende aus dem Quecksilber hob und wieder in dasselbe eintauchte, so erschien ein Funke. Dieser zeigte sich auch, wenn beide Drahtenden gegen einander gerieben wurden. Da dieser Apparat jedoch nur einen Deductionsfunken gab, so wählten die genannten Physiker später eine einfachere Vorrichtung. In eine Uförmig gebogene Glasröhre, deren Krümmung mit Quecksilber gefüllt war, ragten zwei Eisendrähte so tief hinein, daß ihre Enden weniger als 1‴ von den beiden Quecksilberoberflächen entfernt waren, und andererseits mit den leitenden, an ihren freien Enden mit Platin überzogenen, möglich kurzen Drähten in Verbindung gebracht werden konnten. Auch hier strahlten dann zwischen Eisen und Quecksilber sehr helle Funken aus. Auf noch einfacherem Wege erhielt sie Matteucci, wenn er zwei Goldblättchen in einer Distanz von ½ Mm. an eine metallische Leitung mit Gummi anklebte und diese an das Thier applicirte. 3) Während frühere Beobachter, wie Walsh, Volta, Alex. von Humboldt und Gay-Lussac, keine Wirkung auf das Elektrometer wahrnehmen konnten, fanden Linari und Matteucci an einem sehr feinen Elektroskope Deviation der Goldblätter. Schon hier zeigte sich, worauf wir in der Folge ausführlicher zurückkommen werden, der Rücken in Verhältniß zu dem Bauche positiv. 4) Wie durch Elektricität, so erfolgt schon nach den Beobachtungen von Galvani durch den Schlag des Zitterrochens Contraction in dem präparirten Froschschenkel. Nach Matteucci müssen jedoch hierbei Muskel und Nerve, oder Haut und Nerve mit dem Zitterfische in Berührung sein. Bringt man nun den aus dem isolirten Unterschenkel hervorragenden Hüftnerven in Contact, so erfolgt keine Wirkung, während der nicht isolirte auch in diesem Falle zuckt. Es bliebe noch zu untersuchen, ob nicht etwa Zuckungen entstehen, wenn man gleichzeitig im Momente des Schlages den Nerven von dem Thiere entfernt, gleichwie man bei dem Auflegen des bloßen Nerven auf eine Zinkplatte keine, bei dem Hinwegziehen dagegen eine Oeffnungszuckung erhält. 5) Körper, welche die physikalische Elektricität leiten,

sind auch Leiter, Isolatoren der ersteren, auch Isolatoren der Schläge des Zitterrochens. So werden beide Arten von Strömungen durch Wasser und Metalle geleitet, durch Glas, Harz, Seide isolirt. Allein eigenthümlich erscheint es auf den ersten Blick, daß die durch den Schlag des Zitterrochens frei werdende Elektricität sich nicht im Wasser vertheilt, sondern ihre bestimmte intendirte Richtung beibehält. Wäre dieses nicht der Fall, so würden natürlich im Meere die noch so starken Schläge des Zitterrochens auf Null reducirt. Der elektrische Apparat wäre für das Thier keine Waffe mehr und ohne allen Nutzen. Wir werden auf diesen Punkt bei dem Zitteraale und bei den allgemeinen Betrachtungen über die elektrischen Fische zurückkommen. Ein eigenthümliches Verhalten gegen Metalle, welches bei dem Zitteraale nicht vorhanden ist, beobachteten noch Alex. von Humboldt und Gay-Luſſac [1]). Bei mittelbarer Berührung durch einen Schlüssel, eine Nadel oder eine Metallplatte, wird kein Schlag durch die Entladung des Thieres empfunden. Daſſelbe ist der Fall, wenn das Thier zwischen zwei einander berührenden Kupferplatten sich befindet. Sind dagegen die beiden Metallplatten in keinem unmittelbaren Contact unter einander, oder berührt die eine Hand das Kupfergefäß, in welchem der Zitterroche ruht, die andere die Oberfläche des Thieres selbst, so werden die Schläge in beiden Händen empfunden. Gleich der gemeinen Elektricität werden die Entladungen des Torpedo durch eine Kette von Personen, vorzüglich wenn die Hände benetzt worden, und so die isolirende Wirkung ihrer Haut aufgehoben ist, fortgepflanzt. 6) Auch den Entladungen des Zitterrochens kommen elektrochemische Wirkungen zu. Schon unmittelbar sieht man dieses, wenn man, wie Matteucci that, Bauch- und Rückenfläche des Thieres mit Platinblättern bedeckt und die freien Enden der letzteren mit befeuchtetem Jodkaliumpapier in Verbindung bringt. Nach einigen Entladungen bemerkt man die ersten Anfänge der Jodabscheidung. John Davy, welcher zuerst diese elektrochemischen Effecte nachwies, bediente sich der bekanntlich noch sensibleren Verbindung von Jodkalium und Stärke, und zersetzte auch salpetersaures Silberoxyd, Kochsalz u. dergl. auf diesem Wege. Ob die durch den Zitterrochen bewirkte elektrochemische Zersetzung von Funkenbildung, die in dem gleichen Falle bei dem Zitteraale oft wahrgenommen worden ist, begleitet sei, ist noch nicht untersucht. 7) So viel ich weiß, hat außer Davy Keiner noch genauer experimentirt, um die durch den elektrischen Strom des Torpedo entstehende Wärmeerhöhung zu prüfen; daß sie vorhanden sei, ist kaum zu bezweifeln. Auch sprechen die von dem genannten Forscher mittelst eines Harris'schen Elektrometers angestellten Untersuchungen dafür. 8) Die Erregung magnetischer Strömungen durch die während der Entladung des Zitterrochens frei werdende Elektricität, haben zuerst Blainville und Fleuriau, so wie John Davy nachgewiesen. Die am Galvanometer zu erhaltende Declination der Magnetnadel ist von allen neueren Beobachtern wahrgenommen worden. Doch eignen sich hierzu nicht alle Galvanometer, besonders nicht die, welche für elektrochemische Strömungen sehr empfindlich sind. Am zweckmäßigsten erschienen den neueren französischen und italienischen Forschern die Colladon'schen. Ein ¼ Mm. dicker, doppelt mit Seide umsponnener und mit Gummilack gefirnißter Kupferdraht macht bei diesem Instrumente um eine astatische Magnetnadel 600 Windungen.

[1]) Annales de chimie. T. 56 p. 18. Voyage. Recueil d'observations de Zoologie et d'anatomie comparée. Livr. III. p. 122. 123.

An die beiden Drahtenden sind Platinblätter angelöthet. John Davy machte auch Eisennadeln, um welche ein Metalldraht mit 108 Windungen gedreht war, durch die Entladungen des Torpedo magnetisch.

Schon Spallanzani wußte es, daß eine gewisse Polarität zwischen der Rücken- und der Bauchfläche des elektrischen Organs stattfinde. Alle neueren Beobachter stimmen darin überein, daß im Moment der Entladung die Rückenseite positiv, die Bauchseite negativ sei. Eben so soll die obere Hälfte der innern Seite gegen die untere positiv sein. Bei Weingeisterexemplaren zeigen sich diese constanten Polaritäten nicht mehr erhalten. Nach Colladon weicht die Magnetnadel seines Galvanometers um 20 — 30° ab, sobald man zwei asymmetrische Stellen des Rückens und des Bauches berührt. Die Strömung selbst wird um so schwächer, je weiter die elektrischen Organe von der Berührungsstelle entfernt sind; daß sie endlich Null werde, wenn man zwei (lateral) symmetrische Stellen des Rückens oder des Bauches berührt, ist keine besondere Eigenthümlichkeit des Zitterrochens, sondern findet sich, wie wir sehen werden, auch bei dem Frosche und wahrscheinlich bei allen Thieren. Auch die Richtung der von außen her einströmenden Elektricität, welche dann als Entladungsreiz wirkt, hat einen bestimmten regulirten Einfluß. Nach Matteucci nämlich erhält man sehr kräftige Entladungen eines eben getödteten Torpedo, wenn der negative Pol einer aus 20 Zink-Kupferplattenpaaren von 4 Quadratcentimeter Oberfläche bestehenden, und durch Meerwasser nebst $^1/_{10}$ Salpetersäure verbundenen galvanischen Säule in das elektrische Organ nahe am Rücken, der positive in den elektrischen Lappen eingefügt wird. Berührt umgekehrt der positive Pol das Organ, der negative den Lappen, so fehlt dieser Effect. Halten wir uns an das marianinische Gesetz, daß centripetale Strömungen der Elektricität auf die sensiblen, centrifugale auf die motorischen Nerven wirken, so sehen wir, daß sich die Nerven des elektrischen Organs gleich Bewegungsnerven verhalten. Wir werden weiter unten auf diesen Punkt noch zurückkommen.

Obgleich der Zitterroche, wie andere elektrische Fische, die von ihm ertheilten elektrischen Schläge nicht empfindet, so verhält er sich doch mit seinem übrigen Körper gegen Galvanismus gleich anderen Thieren. Bringt man ihm, wie Davy that, eine Wunde bei, so reagirt er, sobald diese gereizt wird, durch Widerstand und Bewegung.

Aus Gründen, welche in der Folge noch erörtert werden sollen, hat es der Zitterroche in seiner Gewalt, sich stärker oder schwächer zu entladen. Nähert sich ihm ein fremdes Wesen, oder wird er an seiner Hautoberfläche gereizt, so ertheilt er in dem ersteren Falle, wenn er es will, in letzterem unwillkürlich seine Schläge. Diese Kraft dauert so lange das Thier lebt, seine Reizbarkeit kräftig fortbesteht und der elektrische Apparat mit den ihm gehörenden und entsprechenden nervösen Theilen unverletzt ist. Je stärker und größer ein Thier ist, um so kräftigere Schläge vermag es zu ertheilen. Nach den oben angeführten Daten hat es auch größere elektrische Organe, zahlreichere Säulen und weit größere Mengen von galvanischen Elementen oder Septis. Hierher gehört daher auch die gemachte richtige Erfahrung, daß trächtige Weibchen stärker schlagen, als die zarteren Männchen. Ob in dem Momente, wo sich die Mutter entladet, auch die im Uterus ausgebildeteren Embryonen schlagen, ist noch nicht untersucht worden. Denn, daß reifere Fötus auch schon die Fähigkeit zu elektrisiren haben, erhellt schon aus der Anwesenheit elektrischer Organe bei ihnen, und ist auch von Spallanzani, Davy und Linari direct beobachtet worden. Zu häufige oder zu rasch

auf einander folgende Entladungen schwächen die elektrischen Kräfte und diese kehren erst nach größeren oder kleineren Zwischenzeiten der Ruhe wieder. In dem Todeskampfe verliert sich die Entladungsfähigkeit nach und nach. Man sieht aus diesem Allen, daß sich die letztere durchaus der Muskelreizbarkeit parallaliasirt. Doch schwindet in der Agonie die elektrische Kraft früher als die Muskelirritabilität. Ich sah z. B. einen im Sterben begriffenen Rochen, der nur noch äußerst schwache und bald gar keine Schläge ertheilte, sich noch nach äußeren Reizen mit seinem Vordertheile heftig krümmen und seine Seitenflossen bewegen.

Die ruhige und gewöhnliche Entladung eines kräftigen Torpedo geht ohne alle weitere Bewegungen des Thieres vor sich. Strengt sich das Thier sehr an, so bewegt es die Seitenflossen, die Augen und Augenlieder oder den Schwanz. Doch sind dieses nur untergeordnete und unwesentliche Nebenmomente, ohne welche auch heftige Schläge ausgetheilt werden können. Daß der Zitterroche etwa gleich dem Zitteraale durch Krümmung seines Körpers eine Art von Zauberkreis schließe, ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden; wie wir aber bei den Thätigkeiten der motorischen Nerven directe und Reflexbewegungen haben, so existiren auch directe und Reflexentladungen. Die ersteren treten durch Influenz des Gehirns, die letzteren nach Reizung der sensiblen Nerven ein. Nach dem oben dargestellten anatomischen Befunde verlaufen vorzüglich die Nerven der Haut und der Kiemen in der Nähe der Nerven der elektrischen Organe, wenn sie in das centrale Nervensystem eintreten. Es läßt sich daher schon theoretisch erwarten, daß Reizung der Haut und der Athmungsorgane elektrische Reflexentladungen besonders erregen werde. Dieses bestätigt auch die Erfahrung vollkommen. Wie aber auch die sensiblen Nerven der Eingeweide Reflexbewegungen zu erzeugen im Stande sind, so können sie auch Reflexentladungen hervorrufen. Wie ein Thier, welches stark läuft, seine Athmung beschleunigt, so tritt auch durch schnelle und häufige Entladungen wenigstens eine vermehrte Absorbtion von Sauerstoff und Stickstoff ein, während sich merkwürdigerweise die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure vermindern soll. Matteucci nämlich analysirte das freie Meerwasser und dasjenige, welches er in zwei Behältern hatte. In jeden dieser letzteren wurde ein Torpedo gethan. Beide weibliche Thiere waren gleich groß und gleich lebhaft. Während man dann den einen bei + 27,5° C. 45 Minuten lang reizte, ließ man den andern vollkommen ruhig. Es ergab sich

	Freies Meerwasser.	Meerwasser im Behälter vor dem Aufenthalte der Rochen.	Meerwasser im Behälter nach dem Aufenthalte des gereizten Rochen.	Meerwasser im Behälter nach dem Aufenthalte des ruhigen Rochen.
C	11,0	17,8	30,6	37,8.
N	60,5	57,8	69,4	39,4.
O	29,5	24,4	—	2,8.

Der ruhige Roche hatte also 1,6% Stickstoff und 21,6 Sauerstoff absorbirt und 20,0 Kohlensäure ausgeschieden, der gereizte 11,6 Stickstoff und 24,4 Sauerstoff aufgenommen und 12,8 Kohlensäure gebildet. Durch die Reizung waren also 10,0 mehr Stickstoff, und 2,8 Sauerstoff mehr verschwunden, und 7,2 weniger Kohlensäure entstanden. Sollten sich diese Data vollkommen bestätigen, so könnte man, wie man sieht, den durch die elektrischen Entladungen entstehenden Einfluß keine Erhöhung der Respira-

tionsthätigkeit nennen. Sauerstoff vermehrt die Athmungsthätigkeit und die elektrische Entladung. Brachte Matteucci einen ermatteten Zitterrochen unter Sauerstoffgas, so athmete er wieder stärker und schlug von neuem. Jedenfalls ließen sich aber das vermehrte Athmen, wie die oben erwähnten accessorischen Muskelcontractionen den sogenannten Mitbewegungen paralleliſiren. Die Kämpfer'sche Angabe, daß Unterbrechung der Athmung die Entladungskraft aufhebe, ist schon von Walsh widerlegt worden. Ob die Angabe von Spallanzani, die später von Davy zum Theil bestätigt wurde, daß häufige elektrische Entladungen die Verdauung schwächen, richtig sei, steht noch sehr dahin.

Obwohl die bis jetzt vorliegenden an den Zitterrochen angestellten Vivisectionen noch sehr sparsam und meist von Physikern oder wenigstens ohne die dem gegenwärtigen Standpunkte der Physiologie entsprechende Berechnung angestellt worden sind, so liegen doch Erfahrungen genug vor, um wenigstens das Grundprincip der nervösen Thätigkeit bei dem Entladungsacte daraus zu erkennen. Wie durch Abziehen der Haut die Reflexbewegungen geschwächt werden, so ist das Gleiche in Betreff der Reflexentladungen der Fall. Diese werden durch die genannte Operation nicht, wie Spallanzani glaubte, aufgehoben, sondern nach den Erfahrungen von Matteucci nur vermindert. In Betreff des Einflusses des Blutgefäßsystems sind die Erfahrungen noch sehr lückenhaft. Wir wissen nur so viel, daß Ausschneiden des Herzens die Entladungskraft nicht sogleich aufhebt, sondern sie nur nach Maaßgabe, als das Thier dem Tode nahe tritt, schwächt. Es wäre zunächst der Versuch der Unterbindung der Blutgefäße des electrischen Organs zu machen. Der Analogie mit der Muskelzusammenziehung nach läßt sich erwarten, daß die Entladungsfähigkeit auch unter diesen Verhältnissen sehr geschwächt bis aufgehoben werde. Dagegen stellt sich in Betreff der Einflüsse des Nervensystems auf die elektrischen Schläge des Fisches Alles durchaus so, daß an der Analogie mit den motorischen Nerven nicht zu zweifeln ist. Wir werden dieses am besten einsehen, wenn wir alle hierher gehörenden Gesetze der Reihe nach durchgehen.

1) Wenn in dem peripherischen Nervensysteme kein motorischer Reiz von einer Nervenfaser auf die andere überspringt, so ist das Gleiche bei den elektrischen Nerven der Fall. Es ist keineswegs zur Entladung eines elektrischen Apparates nothwendig, daß, wie frühere Beobachter aussprachen, alle Nerven des Organs unverletzt seien. Es geht nur nach Durchschneidung der einzelnen Nervenstämme so viel verloren, als dem Verbreitungsbezirke der durchschnittenen Nerven entspricht. Ohne daß Versuche der Art bisher angestellt worden wären, läßt sich nach dem eben ausgesprochenen Gesetze, für welches wir die Beweise sogleich anführen werden, erwarten, daß die Zerstörung des R. electricus N. trigemini die Wirkung der inneren Parthie des vorderen Theiles, die des R. electricus anterior N. vagi die der äußern Parthie des vordern Theils, die des R. e. medius N. vagi die des mittlern Theils und der vordern Parthie des hintern Theils, und die des R. e. postremus N. vagi die des hintersten Theils des elektrischen Organs aufheben werde. Daß aber durch die Zerschneidung eines Theils der Nerven des elektrischen Organs nur ein Theil der Wirkung des Apparats verloren gehe, ist experimentell bewiesen. Matteucci nämlich hat auf eine recht gute Weise dargethan, daß die Entladungen nur local, den entsprechenden noch thätigen Nerven correspondirend, bleiben. Legt man bei einem eben getödteten Torpedo mehre Frosch-

schenkel auf die Rückenfläche des einen elektrischen Organs auf, so springt, je nachdem man den einen oder den andern elektrischen Nerven reizt, der eine oder der andere Froschschenkel in die Höhe. Dasselbe Experiment muß gelingen, wenn man bei einem lebenden Rochen einzelne Stämme eines Organs durchschneidet und andere intact läßt. Diejenigen Schenkel, weche den Verbreitungsbezirken der gereizten oder unverfehrten Nerven aufliegen, müssen natürlich aufspringen, während die anderen bei nicht zu großer Entladung und nicht zu starker Leitung ruhig bleiben.

2) Wie die entsprechenden Muskeln beider Seiten und die benachbarten Theile eines Muskels von einander isolirt und unabhängig sind, so findet das Gleiche in Betreff der beiden elektrischen Organe und der einzelnen Theile eines Organs Statt. Theilt man ein elektrisches Organ der Quere nach und bringt selbst eine Glasplatte zwischen die beiden Durchschnittsflächen, so schlagen, wenn nur die Stämme und Aeste der Nerven unverfehrt geblieben, die einzelnen Theile des elektrischen Apparats fort. Eben so können sich nun ein Organ oder beide Apparate zugleich entladen.

3) Wie bei den peripherischen Primitivfasern Durchschneidung und Unterbrechung der Continuität die Leitung stört, während noch eine zeitlang die Reizbarkeit verbleibt, so ist das Gleiche mit den elektrischen Nerven der Fall. Werden die elektrischen Nerven des einen Organs durchschnitten, so kann das Thier mittelst desselben keine Schläge mehr geben. Reizt man dagegen die peripherischen Theile der getrennten Nerven; so entstehen nach Matteucci schwache Entladungen. Wir werden bei Gelegenheit der allgemeinen Theorie der Wirkung der elektrischen Organe die Gründe angeben, weßhalb unter gleichen Verhältnissen die Entladungen wahrscheinlich schwächer sind, als die Muskelzusammenziehungen. Starke Ligatur wirkt gleich der Durchschneidung, lockere hebt natürlich die Effecte nur theilweise oder gar nicht auf.

4) Wie in den motorischen Primitivfasern erfolgt die Leitung in den elektrischen Nerven nur in centrifugaler, nicht aber in centripetaler Richtung. Die Erfolge des Reizes sind aber dann auch hier die gleichen, das Irritament mag in dem peripherischen Nervensysteme angebracht werden, wo es wolle. Es ist ganz gleichgültig, an welcher Stelle ihres peripherischen Verlaufes wir die elektrischen Primitivfasern anregen. Es erfolgt immer ein centrifugaler Strom des Nerven-Fluidums und eine Entladung, welche dem Quantum elektrischen Organs, in welchem die gereizten Primitivfasern endigen, entspricht. Sind die elektrischen Nerven durchschnitten, so ruft Reizung der peripherischen Abschnitte derselben Entladung, der centralen keine hervor. Auch das schon oben angeführte Gesetz, daß ein positiver Strom, wenn die secundären entgegengesetzten Ströme nicht stark genug sind, nicht in centripetaler, wohl aber in centrifugaler Richtung einwirkt, gehört hierher.

5) Wie bei den motorischen Nerven hebt lokale chemische Zerstörung des Nerveninhalts der peripherischen elektrischen Primitivfasern den Einfluß des Willens auf die Entladung auf. Reizung der nervösen Theile oberhalb der Zerstörungsstelle hat keine Wirkung, während Irritation unterhalb derselben Schläge erzeugt. Totale chemische Veränderung des Primitivfaserinhalts hebt, wenn selbst die frühere Beschaf-

fenheit des elektrischen Organs möglichst wieder hergestellt wird, die Entladungskraft für immer auf. Solche chemische zerstörende Mittel sind Säuren, Alkalien und verschiedene Salze. Hatte Matteucci das Organ mit kochendem Wasser behandelt, und ihm später durch Seewasser seine Durchsichtigkeit wieder gegeben, so blieben doch alle Schläge aus.

6) Das Centralorgan der elektrischen Nerven sind, so weit die bisherigen sicheren Erfahrungen reichen, nur die elektrischen Lappen. Schon ihr eigenthümliches Structurverhältniß deutet darauf hin. Ob, wie wahrscheinlich ist, die elektrischen Nerven hier enden oder nicht, läßt sich erst nach künftiger Untersuchung frischer Zitterrochengehirne apodiktisch entscheiden. Reizung der Lobi electrici ruft Entladungen hervor. Alle Theile des Gehirns, so wie des Rückenmarks können entfernt werden, ohne daß die Schlagkraft zu Grunde geht. Abtragung der elektrischen Lappen dagegen wirkt gerade so, wie wenn die elektrischen Nerven an ihren Ursprüngen abgeschnitten worden wären. Wenn in den Versuchen von Matteucci auch nach Reizung der Lobi optici Schläge eintraten, so beweisen die Erfahrungen desselben Forschers, nach welchem diese Erfolge nach Entfernung der Lobi electrici ausbleiben, daß sich der Reiz nur durch das Gehirn zu den elektrischen Lappen fortleiten kann, nicht aber daß die Sehlappen einen direkten Einfluß auf die elektrischen Organe haben.

7) Die elektrischen Lappen verhalten sich zu den beiden elektrischen Organen, wie diejenigen Centraltheile des Nervensystems zu den Muskeln, welche hinter oder unter der Kreuzung der Pyramiden liegen, nicht aber wie diejenigen, welche sich vor oder über der genannten Decussation befinden. Schwache Reizung des rechten Lobus electricus entladet nur das rechte elektrische Organ, die des linken das linke. Stärkere Reizung kann beide in Thätigkeit setzen.

8) Die Reflexentladungen folgen denselben Gesetzen, wie die von dem Rückenmarke ausgehenden Reflexbewegungen. Nach Maaßgabe nicht sowohl der Quantität, als der Intensität der Hautreize entladet sich ein Organ entweder partiell oder total oder beide Organe schlagen. Abziehen der Haut, durch welche ein großer Theil der entsprechenden sensiblen Hautnerven zerstört wird, schwächt, wie wir gesehen haben, die Reflexentladung. Es unterliegt keinem Zweifel, daß, wenn man einem Zitterrochen die beiden ersten Zweige des dreigetheilten Nerven durchschnitte, Reizung des vordern Theiles der Körperhaut erfolglos bliebe, während die willkürliche Entladungskraft, so weit diese bei dem Zitterrochen etwa besteht, vor wie nach ungehindert bliebe. Durchschneidung der elektrischen Nerven oder Zerstörung der elektrischen Lappen oder des ganzen Gehirns hebt die direkten, wie die Reflexentladungen auf. Bleibt nur noch ein kleiner Theil der elektrischen Lappen zurück, so ist, wie Todd erfuhr, noch einige Entladung möglich.

9) Im Momente der Entladung nimmt der Fisch aus Gründen, die wir in der Folge kennen lernen werden, an Umfang nicht zu. Dieses würde mit denjenigen über die Muskelzusammenziehung angestellten Versuchen stimmen, welche das Resultat lieferten, daß im Momente der Contraction keine Volumensveränderung eintrete. Matteucci legte einen Zitterrochen in einen Behälter, an welchem eine graduirte Glas-

röhre angebracht war. In beiden befand sich Wasser. Das Niveau der in der Glasröhre enthaltenen Flüssigkeit änderte sich im Momente der Entladung nicht. Aehnlich fielen auch bekanntlich Versuche über die Muskelzusammenziehung aus, während andere, die vielleicht minder richtig sind, das entgegengesetzte Resultat ergaben. Uebrigens ist gerade diese Aehnlichkeit von sehr untergeordneter Bedeutung und selbst, wenn sie existirt, nicht sehr hervorzuheben.

10) Die meisten Agentien, welche auf die Muskelreizbarkeit nachtheilig wirken, haben denselben Einfluß auf die Thätigkeit der elektrischen Organe. Nach Matteucci vermindert kaltes Wasser die Entladungskraft des Thieres. Bei + 5° C. hört es zu schlagen auf und stirbt bald ab. Wird dagegen der Roche in Wasser von + 22,5° C. zurückgebracht, so erholt er sich, selbst wenn er früher asphyktisch war, wieder und ertheilt von neuem sehr starke Schläge. Bis 37,5° C. kann die Wärme erhöht werden, ohne den elektrischen Fähigkeiten des Thieres Schaden zu stiften.

11) Narkotische Gifte, welche durch ihre Effecte auf das centrale Nervensystem eigenthümliche Erscheinungen der Muskel-Contraction hervorrufen, wie Opium, Morphin, Strychnin, haben ähnliche Effecte auf die elektrischen Organe. Hat man einen Frosch durch Morphin vergiftet, so stellen sich während der Agonie bei den geringsten äußeren Reizen, oder selbst ohne diese, Muskelcontractionen ein. Hatte Matteucci einem Zitterrochen Morphin beigebracht, so schlug das Thier von selbst ungefähr 6 mal in der Minute. Tödtet man einen Frosch durch Strychnin, so stellen sich vor dem Tode von selbst von Zeit zu Zeit starke tetanische Krämpfe ein. In diesem Zustande werden auch die letzteren durch äußere Hautreize hervorgerufen. Nach Strychninvergiftung des Torpedo sah Matteucci starke Convulsionen und einige sehr starke Entladungen eintreten. Die letzteren wurden immer schwächer, erfolgten aber in immer kleineren Zwischenräumen und hörten endlich ganz auf, wie das Gleiche in Betreff der durch Strychnin erregten tetanischen Krämpfe der Fall ist. Endlich starb der Roche unter Convulsionen.

12) Bei einem und demselben Zitterrochen halten unter sonst gleichen Verhältnissen die Kräfte der Muskelzusammenziehung länger als die elektrischen Entladungen an. Wir haben schon oben gesehen, daß im Tode die Muskelirritabilität später als die Entladungskraft schwindet. Dasselbe bekräftigen die eben angeführten, über die Strychninvergiftung gemachten Erfahrungen.

b. Brasilianische Zitterrochen. Narcine brasiliensis, Henle. Die elektrischen Organe dieses Thieres sind durchaus nach demselben Plane gebaut, wie bei dem europäischen. Allein in der Ausdehnung und der entsprechenden Nervenvertheilung findet, wie die Untersuchung eines 5″ 3‴ langen Exemplars zeigte, ein Unterschied Statt. Während beim Torpedo der Vordertheil des Körpers quer abgeschnitten ist und die elektrischen Organe bis an den Vorderrand reichen, verlängert sich bei Narcine der vorderste, vor den Augen liegende Theil des Körpers mehr nach vorn und endet zulaufend abgerundet. Der Vorderrand des Thieres bildet daher eine mehr nach vorn convexe bogenförmige Linie. Man sieht hieraus, daß Narcine in dieser Beziehung gewissermaaßen eine Mittelbildung zwischen Torpedo und den gewöhnlichen Rochen darstellt. Wie bei diesen ist dieser vorderste Schnauzentheil mit einem aus vielen, einander durchkreuzenden Faserbündeln bestehen-

den Sehnengewebe, welches nicht zum elektrischen Organe gehört, ausgefüllt. Dieses beginnt jederseits in der Gegend der Augen und zeigt schon auf den ersten Blick, daß im Verhältniß zu Torpedo sein vorderster Theil weniger stark ausgebildet ist. Das Organ wird hier nicht, wie bei den europäischen Zitterrochen, vorn beträchtlich breiter. Seine größte Breite fällt vielmehr weiter nach hinten. Die Richtigkeit dieser Angaben wird noch dadurch bewiesen, daß, während die drei Rami electrici N. vagi die gewöhnliche Stärke haben, der R. electricus N trigemini einen dünnen Zweig bildet, der mit dem R. e. N. trigemini des Torpedo keinen Vergleich aushält. Berücksichtigen wir nun die Nervenverbreitung in dem europäischen Zitterrochen, so können wir annehmen, daß es vorzüglich die innere Parthie des vorderen Theiles des elektrischen Organs ist, welche sich bei Narcine im reducirten Zustande vorfindet. Da nun überdies die elektrischen Apparate des letztern Thiers niedriger erscheinen, so läßt sich nach diesen anatomischen Daten annehmen, daß die Entladungen der Narcine verhältnißmäßig schwächer seien, als die des Torpedo. Genauere vergleichende Untersuchungen sind bis jetzt noch nicht angestellt worden. Alex. von Humboldt bemerkte im brasilianischen Zitterrochen dieselben Eigenschaften, wie in dem europäischen. Auch Todd, der mit einem am Cap der guten Hoffnung vorkommenden Zitterrochen experimentirte, giebt nichts Näheres in dieser Beziehung an.

B. Der Zitteraal (Gymnotus electricus). Die Kraft der Elektricitätsentladung kommt nur dieser einen Species von Gymnotus zu, während sie alle übrigen bis jetzt bekannten Arten dieser Gattung nicht haben. Es läßt sich nun schon theoretisch erwarten, daß die bei dem elektrischen Zitteraale vorhandenen elektrischen Organe bei den anderen Gymnotusarten fehlen werden. Allein nicht nur dieses ist der Fall, sondern es scheinen auch, wie Alex. von Humboldt zuerst gefunden hat, in Betreff der Schwimmblase wesentliche Differenzen einzutreten. Während nämlich Gymnotus aequilabiatus eine kleine Schwimmblase hat, erstreckt sich die hintere, einfacher membranöse Abtheilung derselben bei Gymnotus electricus längs des Schwanzes sehr weit nach hinten, verläuft hierbei zwischen den beiden oberen oder seitlichen elektrischen Organen und hört eine Strecke vor der Schwanzspitze auf. Daß andere nicht elektrische Gymnoti etwas Aehnliches darböten, weiß man nicht, da man ihre Anatomie bis jetzt so gut wie gar nicht kennt.

Die elektrischen Organe des Zitteraales liegen in dem Schwanztheile des Thieres. Der After befindet sich nämlich hier sehr weit nach vorn. Hinter ihm beginnt der äußerst lange Schwanz, der bei einem ziemlich großen Gymnotus ungefähr 4½ Mal und etwas länger ist, als die Längen des Kopfes und des Rumpfes zusammengenommen ausmachen. Da nun der elektrische Apparat jederseits und unten fast längs dieses ganzen Schwanztheils verläuft, also, abgesehen von seiner Breite und seiner unten stattfindenden unvollständigen Duplicität, diese Schwanzlänge mindestens drei Mal summirt, so sieht man hieraus, wie sehr in diesem Thiere die übrige Organisation gegen den zur Elektricitätsentladung bestimmten Apparat zurücktritt, und der ohnedies so groß werdende Fisch geeignet gemacht wird, so äußerst starke elektrische Schläge zu ertheilen. Nur das Rückenmark, die Wirbelsäule, die dazu gehörende Muskulatur und die untere und hintere Schwanzflosse mit ihren Muskeln, die Haut und zum Theil die Schwimmblase mit den, allen

diesen Theilen entsprechenden Gefäßen und Nerven erstrecken sich so weit nach hinten, während alle übrigen Gebilde des Zitteraales in dem Kopfe und dem Rumpfe enthalten sind.

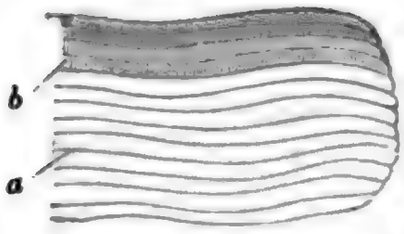
Der gesammte elektrische Apparat des Gymnotus zerfällt in zwei isolirt paarige und ein verschmolzen paariges Organ. Da jedes der beiden ersten an der Seitenfläche des Schwanzes und mehr nach oben gegen die Rückenfläche hinliegt, so nennt man es auch das seitliche oder obere elektrische Organ, während das verschmolzen paarige wegen seiner Anfügung an die Unterfläche als das untere elektrische Organ aufgeführt wird. Die Ausdehnung von allen dreien entspricht fast ganz exact der Ausdehnung der Schwanzflosse. Zwischen dieser und den elektrischen Organen, wenigstens den oberen, findet aber eine Art von Gegensatz Statt. Während die Schwanzflosse vorn am niedrigsten ist und nach hinten an Höhe zunimmt, sind die seitlichen elektrischen Organe vorn am höchsten, und verschmälern sich endlich nach hinten so sehr, daß sie ganz hinten an dem Ende der Wirbelsäule in einen abgerundeten Spitzentheil auslaufen. Jedes der seitlichen elektrischen Organe wird zunächst nach außen von einer sehnigten Haut bedeckt, liegt aber dann mit seiner fast ganzen seitlichen Oberfläche unmittelbar unter der Haut, und scheint sogar bei dem lebenden Thiere durch diese hindurch. Oben stößt es an die Rückenmuskeln, unten an die Muskulatur der Schwanzflosse. Seine Innenfläche ruht auf der benachbarten Parthie des Ventraltheils des Seitenmuskels. Vorn beginnt es abgerundet, doch so daß seine einzelnen Säulen an einzelnen Stellen bisweilen etwas vorstehen. Hinten läuft es, wie schon erwähnt, spitz zu und wird selbst bei großen Zitteraalen verhältnißmäßig klein und fein. Das untere elektrische Organ liegt unter der Unterfläche der Wirbelmusculatur des Schwanzes, über und zwischen der Musculatur der Schwanzflosse versteckt, hat auch seine aponeurotische Hülle und erscheint, besonders bei größeren Thieren und vorzüglich nach vorn mehr oder minder verschmolzen paarig.

Fig. 9.

Die Fig. 9. gezeichnete Idealfigur eines senkrechten Querdurchschnittes des Schwanzes giebt einen ungefähren Begriff der Lagerungsverhältnisse der elektrischen Organe. *a* ist die äußere Haut, *b* die Wirbelsäule, *c* das Rückenmark, *d* die obere, *e* die untere Seitenmusculatur mit der eingeschlossenen Schwimmblase, *f* das obere oder seitliche elektrische Organ, *g* das unpaare elektrische Organ, *h* die Musculatur der Schwanzflosse. Noch besser erhellen diese Verhältnisse aus dem natürlichen senkrechten Querdurchschnitte, wie dieser von John Hunter und Alex. von Humboldt gezeichnet worden ist. Im Ganzen genommen erscheint jedes der seitlichen Organe zusammengedrückt und hat so eine äußere, etwas convexe und eine innere Fläche, welche gewissermaßen durch die Eintrittsstellen der Nerven in eine obere und eine untere Hälfte gesondert wird. Außerdem besitzt es noch einen vordern, einen obern und einen untern Rand und eine hintere abgerundete Spitzenparthie. Das untere elektrische Organ gleicht im Ganzen einem dreiseitigen Prisma, dessen eine Kante nach unten, dessen Basis nach oben sieht. Vorn beginnt es spitz, vergrößert sich nach hinten und scheint endlich mit den seitlichen elektrischen Organen inniger zu verschmelzen.

Hat man die äußere Haut und die aponeurotische Hülle entfernt, so zeigt jedes seitliche Organ eine Reihe von oben nach unten auf einander folgender ungefähr horizontaler Bänder, wie sie Fig 10. nach dem vordersten

Fig. 10.



Theile des linken obern Organs eines kleinern Zitteraals dargestellt worden sind. Die die horizontalen Grenzlinien erzeugenden Theile entsprechen denjenigen Gebilden, welche wir bei den Organen des Torpedo mit dem Namen der aponeurotischen Scheidewände belegt haben. Bei größeren Zitteraalen erkennt man nun schon mit freiem Auge, daß eine sehr große Anzahl feiner, dicht bei einander liegender Septa auf diesen Scheidewänden senkrecht stehen und successiv von vorn nach hinten auf einander folgen (*b*). Bei den Organen kleinerer Gymnoti gewährt die Untersuchung unter der Lupe oder dem Mikroskope dieselbe Anschauung. Macht man einen horizontalen Querschnitt durch ein solches Organ, so sieht man, daß sich solche aponeurotische Scheidewände durch die ganze Breite (oder Höhe) des Organs fortsetzen, wie Fig. 11, in welcher *a* die äußere, *b* die innere Fläche und *c* den obern Rand bezeichnet, andeutet. Macht man endlich einen longitudinalen senkrechten Schnitt, so bemerkt man auch hier horizontale aponeurotische Scheidewände, wie bei der äußern Flächenansicht. Da sich jede Scheidewand der Länge des Organs nach fortsetzt und immer die Septa auf ihr senkrecht stehen, so ergiebt sich hieraus folgende Anordnung dieses elektrischen Apparates. Wir haben sehr lange oder, wenn wir sie uns senkrecht gestellt denken, sehr hohe Columnen, welche, der Länge des Schwanzes nach horizontal, sowohl von oben nach unten, als von innen nach außen aufgeschichtet sind. In jeder von diesen liegen wieder, ganz ähnlich wie bei dem Zitterrochen, Septa, analog den Plattenpaaren einer galvanischen Säule. Dadurch nur, daß die Säulen hier in Verhältniß zu dem ganzen Thiere horizontal sind, kommen die Septa senkrecht zu stehen, eine Differenz, die, wie man leicht sieht, für die galvanische Thätigkeit der Säulen selbst ohne Bedeutung ist. War aber die Berechnung der Zahl der Septa bei dem Zitterrochen nur approximativ und mehr schätzend, so muß sie bei den seitlichen elektrischen Organen des Zitteraals noch unsicherer ausfallen, da die Form derselben an verschiedenen Stellen verschieden ist. Am meisten approximativ dürfte vielleicht noch folgende Schätzungsweise ausfallen. Bei einem ungefähr 38,5″ neuen Decimalmaaßes langen Zitteraale betrug die ungefähre Länge eines seitlichen elektrischen Organs 32″. In der Hälfte dieser Länge existirten an der äußern Fläche ungefähr 30 Säulen, und in der Mitte der Höhe ungefähr 13 Säulen über einander, während natürlich nach oben, wo das Organ schmäler wird, die Zahl der Säulen sich verringert, nach unten sich etwas vermehrt. Da es jedoch unmöglich ist, mit Sicherheit die Zahlen der Säulen von vorn nach hinten, von oben nach unten und von innen nach außen zu bestimmen, so wollen wir die obigen Mittelzahlen zum Grunde legen. Es würden also dann in dem seitlichen Organe ungefähr 390 Säulen existiren. Nun ergaben mikrometrische Messungen im Mittel mindestens 16 Septa auf eine Linie. Eine Säule von 32″ Länge würde daher mindestens 5120 Septa enthalten. Auf ein seitliches elektrisches Organ kämen daher 1996800 und auf beide 3993600 Septa. Die Schätzung der Zahl derselben in dem unpaaren elektrischen Organe unterliegt noch größeren Schwierigkeiten. Hier sind die Septa breiter, laufen der Quere nach, werden daher verhältnißmäßig größer und erscheinen besonders vorn durch eine aponeurotische Scheidewand getrennt. Da

Fig. 11.

nun hier im Mittel 25 auf eine Linie Länge kommen, so würden auf diesen Theil des elektrischen Apparats, wenn man nur zwei seitliche und, wie es im Mittel schien, 10 über einander befindliche Columnen annimmt, mindestens 160000 Septa kommen. Die Schätzung fällt im Ganzen gewiß eher zu klein als zu groß aus, wenn wir nach diesen Daten annehmen, daß ein ausgewachsener Zitteraal in seinen elektrischen Organen zwischen 4 — 5 Millionen Septa besitze.

Trotz der äußeren Verschiedenheiten läßt sich der innere Bau des elektrischen Apparates des Zitteraals sehr gut dem des Zitterrochens parallelisiren. Allerdings gehen die aponeurotischen Scheidewände hier horizontal, während sie bei Torpedo senkrecht sind; die Septa stehen hier aufrecht, während sie dort liegen. Allein die Elemente sind durchaus die analogen. Die Scheidewände sind sehnigte Aponeurosen, welche die einzelnen Columnen sondern und ihnen Blutgefäße und Nerven zuführen. In jedem Septum haben wir wieder eine Grundmembran, die verdünnte Fortsetzung der aponeurotischen Scheidewand mit der zu beiden Seiten befindlichen Epitheliumlage. Vorzüglich nach Behandlung mit verdünntem kaustischen Kali sieht man wieder die in verschiedenen Höhen befindlichen Blutgefäße und Nervennetze, von denen die letzteren wieder sehr an die Endplexus der Nerven in den Muskeln erinnern. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Septis fallen aber hier durchgängig größer aus. Die Differenz ist nicht so groß, daß ich mit Rudolphi die elektrischen Organe des Zitterrochens mit aufgebauten galvanischen Säulen, die des Zitteraals mit Trogapparaten vergleichen könnte. Torpedo hat vielmehr offenbar nur stehende, Gymnotus liegende Batterieen ähnlicher Art.

Sehr wesentlich unterscheidet sich aber der elektrische Apparat des Zitteraals von dem des Zitterrochens durch die in ihn eintretenden Blutgefäße und Nerven. Beobachtet man die Innenfläche des obern elektrischen Organs des Gymnotus, so sieht man eine Reihe successiver, von oben nach unten gehender Streifen, welche im Ganzen den Wirbelabtheilungen des Seitenmuskels ungefähr correspondiren. Ihnen entsprechend laufen auch successiv die aus der Aorta entstehenden Arterien und die zur Hauptvene des Schwanzes zurückkehrenden Blutadern. Die Nerven folgen auf dieselbe Art successiv auf einander. Sie sind sämmtlich Rückenmarksnerven. Kein Hirnnerve scheint selbst accessorische Fäden an den elektrischen Apparat zu ertheilen. Weder der oberflächliche, noch der nahe verlaufende starke und lange tiefe Seitennerve erzeugt Zweige für das Organ.

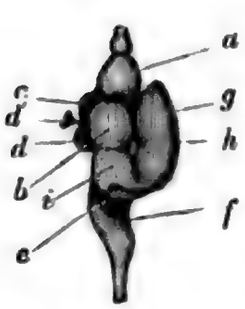
Hat man die obere Hälfte des seitlichen elektrischen Organs zurückgeschlagen, so sieht man diese successiv eintretenden Nerven. Ihre Zahl ist außerordentlich groß. Rudolphi zählte bei seinem Exemplare 224 Nervenstämme jederseits. Nach meinen Beobachtungen besitzen größere Zitteraale zwischen 220 — 230, kleine circa 200 Nerven auf jeder Seite. Diese großen Zahlen verlieren aber ihr Staunenswerthes, wenn man bedenkt, daß, wenn nur der Schwanztheil des Seitenmuskels existirte, sich eben so viele successive Rückenmarksnerven in ihn hineinbegeben müßten. Jeder dieser Stämme tritt an und aus dem Seitenmuskel hervor und strahlt, schon in Bündel gesondert, in das obere elektrische Organ ein, während ein Zweig ganz oder mehr oberflächlich an der Innenfläche des Organs emporläuft. Bei diesen Stämmen tritt nun ein ähnliches Verhältniß, wie bei gemischten Nerven, welche sich in Muskeln begeben, ein, d. h. eine große Zahl von Primitivfasern bleibt in dem elektrischen Organe, während andere zur Haut

dringen. Auch das unpaare elektrische Organ erhält ähnliche successive Nervenzweige, von denen die durchtretenden außer der Haut noch die Schwanzmuskulatur versorgen. Die Vertheilung aller dieser Zweige in dem Organe erfolgt auf eine hier nicht zu schildernde reguläre Weise.

Da sich, wie wir bei dem Zitterrochen erwiesen haben, die elektrische Function der Muskelzusammenziehung parallel stellt, so läßt sich erwarten, daß bei denjenigen Rückenmarksnerven, welche Zweige in den elektrischen Apparat geben, die vorderen (unteren) Wurzeln stärker, als die hinteren (oberen) sein werden. Während ich bei früheren Untersuchungen in dieser Beziehung zu keinem sichern Resultate kam, glaube ich mich in neuester Zeit an geeigneten Rückenmarkstücken, so weit dieses an Weingeisterexemplaren möglich ist, überzeugt zu haben, daß allerdings die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven in der Gegend des vorderen Theils der Elektricitätsapparate die hinteren an Umfang übertreffen. Doch dürfte diese Angabe erst dann mit vollkommener Sicherheit angenommen werden können, wenn an frischen Gymnoten gemachte Untersuchungen vorliegen werden.

In Betreff des Centralorgans des elektrischen Apparats könnten hier zwei Fälle eintreten. Es befände sich nämlich entweder im Rückenmarke, so daß sich dieses durch eine besondere Struktur auszeichnete, oder die centralen Primitivfasern der elektrischen Nerven verliefen durch das Rückenmark bis zum Gehirn, und fänden hier erst ihren centralen Apparat, ihren elektrischen Lappen. Die letztere Annahme erhält schon dadurch mehr Wahrscheinlichkeit, daß auch die motorischen Muskelnerven, welche in das Rückenmark eintreten, allgemein nicht in diesem bleiben, sondern zum Gehirn verlaufen, um hier zu enden. Diese Schlußfolgerung wird durch die Erfahrung auf das Schönste bestätigt. Das Rückenmark des Gymnotus zeigt nirgends gangliöse äußerlich sichtbare Anschwellungen, unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Rückenmarke jedes andern Aales, und ist vielleicht, wenn man die Größe des Zitteraales in Anschlag bringt, selbst nicht einmal bedeutend stark zu nennen. Ganz andere Verhältnisse treten dagegen in dem Gehirne ein. Hier stoßen wir auf eine eigenthümliche paarig verschmolzene, auch durch ihre verhältnißmäßige Größe sich auszeichnende Lappenbildung, welche wir als Lobus electricus ansprechen müssen, obgleich bis jetzt noch keine physiologischen Versuche vorliegen, um diese anatomische Deduction auch functionell zu bekräftigen. Das Gehirn nämlich besteht, wie die Fig. 12 gelieferte Ansicht der rechten Seite desselben zeigt, aus den Hemisphärenlappen *a*, den Sehlappen *b*, den vorderen *c* und den hinteren unteren Lappen *d*, dem Hirnanhange *d'*, dem theilweisen Analogon des kleinen Gehirns *e*, dem verlängerten Marke *f*, und dem verhältnißmäßig sehr großen elektrischen Lappen *g*, der, wie ich in meiner Abhandlung über den Gymnotus durch Vergleichung mit den Gehirnen anderer Fische dargestellt habe. Durch größere Entwickelung des vordern Theils des hinter den Sehlappen befindlichen Theils des Mesencephalon entstanden ist, während die in Fig. 12 mit *e* und *i* bezeichneten Theile dem hintern Theile des Mittelgehirns entsprechen. Der Lobus electricus bildet hier einen langen und großen, sich weit nach vorn erstreckenden Lappen, der das übrige Mesencephalon, die Sehlappen und selbst den hintersten Theil der Hemisphärenlappen überdacht und überragt, hierdurch fast an die starke Entwickelung des Cerebellum bei Thynnus vulgaris erinnert und an seiner oberen Fläche durch eine longi-

Fig. 12.



tudinale Mittelfurche in zwei seitliche Hälften gesondert wird. Unter dem Mikroskope zeigte er bei zwei untersuchten Gehirnen, von denen wenigstens das eine sehr gut erhalten war, keine Spur von den großen gesonderten Nervenkörpern, wie wir sie aus den elektrischen Lappen des Zitterrochens angeführt haben. Es könnte nun auf den ersten Blick scheinen, als zeugte dieses gegen seine Bedeutung als elektrischer Lappen. Dieses ist jedoch keineswegs der Fall. Offenbar entspricht den Lobis electricis der Torpedines oder den Lobis ventriculi quarti anderer Fische der Keule der Rautengrube des Menschen und der anderen Thiere, vorzüglich die Umgebung der sogenannten grauen oder runden Erhabenheit. Hier finden wir auch bei den höheren Geschöpfen und selbst bei dem Menschen einzelne centrale Nervenkörper, welche durch ihre Größe und Dichtigkeit an die Ganglienkugeln des peripherischen Nervensystems erinnern. Benutzt nun die Natur diese Gegend, um sie zum Centralorgan des Elektricitätapparates zu machen, so vergrößert sie diese ausgezeichneten centralen Nervenkörper quantitativ und qualitiv. Es ist jedoch nicht zu läugnen, daß hier noch ein eigenthümliches Verhalten stattfindet, da die Lobi ventriculi quarti der Chimaera monstrosa, welche ebenfalls sehr groß sind, nicht zu ihrem größten Theile aus jenen colossalen Nervenkörpern bestehen. Das Mesencephalon der übrigen aalartigen Fische hat aber überhaupt keine so großen Ganglienkugeln. Wenn daher auch die Natur einen Theil desselben den hinzukommenden peripherischen elektrischen Organen entsprechend vergrößert und zu dem elektrischen Lappen umwandelt, so geht sie doch durch dieses Specialverhältniß von ihrem allgemeineren Typus nicht ab und schafft keine so isolirten Nervenkörper in dem Lobus electricus.

Die elektrischen Schläge des Gymnotus sind bei weitem stärker, als die des Zitterrochen und vermögen, wenn sie sich rasch hintereinander wiederholen, sogar Pferde zu betäuben. Nach der blühenden und berühmten Schilderung Alex. von Humboldt's benutzt man diesen Umstand auch, um dieser Thiere ohne Schaden habhaft werden zu können. Die Pferde werden in das Wasser, in welchem sich die Zitteraale in zahlreicher Menge vorfinden, hineingetrieben. Die Gymnoti, hierdurch aufgeregt, entladen sich so häufig und so rasch hinter einander, daß ihre Schlagkraft bald erschöpft wird, und daß sie dann ohne Gefahr von Menschenhänden eingefangen werden können. Nach einiger Zeit tritt ihre frühere Entladungskraft wieder ein. Um zu schlagen, hat das Thier nicht nöthig, irgend eine Körperbewegung zu machen. Nicht an seinen etwa veränderten Stellungen oder Bewegungen, sondern an den Folgen der Schläge, wenn diese einen Menschen oder ein anderes thierisches Wesen getroffen, merkt man, daß eine Entladung vor sich gegangen. Nur wenn der Gymnotus sich anschickt, einen anderen Fisch zu tödten, bereitet er sich durch Bewegungen vor. Er krümmt seinen Körper bogenförmig und bildet da einen unvollständig geschlossenen Kreis, innerhalb welchen das ausersehene Opfer sich befindet. Ohne neue Bewegung entladet er sich nun, und sogleich, wie vom Blitze getroffen, wendet der getroffene Fisch den Bauch nach oben und ist dahin. Deutlich hat es der Zitteraal in seiner Gewalt, entweder nur einen Theil oder den ganzen elektrischen Apparat zu entladen. Ob er, wie allgemein behauptet wird, auch die Fähigkeit hat, seine Schläge nach einer bestimmten Richtung hin zu entsenden, oder ob dieses nur durch seine vorher eingenommene Stellung und combinirte partielle oder totale Entladungen geschehe, scheint mir noch durch künftige Beobachtungen genauer festgestellt werden zu müssen. Dagegen giebt der Fisch entschieden nicht auf jeden Hautreiz elektrische Schläge. Hielten ihn Alex.

v. Humboldt bei dem Kopfe, Bonpland am Schwanze, oder umgekehrt, so wurde bisweilen der Eine, nicht aber der Andere, vielleicht eben durch partielle Entladung elektrisirt. Hierher gehört auch, daß der Fisch gewissermaßen fühlt, wo er seine Schläge anzubringen habe oder nicht. Ist er sehr gereizt, so schlägt er fast bei jeder Berührung. Ist dieses aber nicht der Fall, so entladet er sich nicht, sobald der Contact durch Metall geschieht, während Berührung mit dem Finger Entladung hervorruft. Wie bei den Zitterrochen, so giebt es auch hier directe und Reflexentladungen. Die letzteren entstehen besonders nach Hautreizen, vorzüglich der Bauchseite, der Flossen, der Kiemendeckel. Auch in diesen Fällen kann, wie die Erfahrungen von Alex. von Humboldt und Bonpland lehren, von den beiden Personen, welche den Zitteraal berühren, z. B. derjenige, welcher den Schwanz hält, den Schlag empfangen, während der, welcher die Hautstellen kitzelt, nichts verspürt. Selbst wenn man den Fisch mit zwei metallischen Körpern, die nur sechs Linien von einander entfernt sind, berührt, so hat er noch das Vermögen, den Schlag nur durch den Einen hindurch zu ertheilen. Im Allgemeinen fallen die Schläge um so stärker aus, je weiter die beiden Berührungspunkte von einander entfernt sind, also wenn die eine Hand den Kopf, die andere das Schwanzende faßt. Erfolgt der unmittelbare Contact mittelst metallischer Conductoren, die andererseits mittelst der trockenen Hände gehalten werden, so erhält man keinen Schlag, während eine zweite Person, welche ihre Hände in dem den Gymnotus umgebenden Wasser hält, nach Faraday, elektrisirt wird. Die menschliche Haut wirkt also hier als Isolator, wie wir dieses noch in der Folge bei Gelegenheit der contactelektrischen Verhältnisse werden bestätigen können. Bei befeuchteten Händen fühlt man auch die Entladungen bei mittelbarer Berührung durch metallische Leiter. Bei Eintauchen von Körpertheilen in das den Zitteraal umgebende Wasser wird, nach Faraday, die Entladung nur in den untergetauchten Theilen percipirt. Der Schlag ist bei unmittelbarer Application der Hände an den Fisch am stärksten und wird um so schwächer, je weiter sie von demselben entfernt gehalten werden. Nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Faraday und Schönbein ist im Momente der Entladung der Kopf positiv, der Schwanz negativ. Jeder Theil des Fisches erscheint im Allgemeinen in Verhältniß zu einem vor ihm liegenden Theile negativ, und in Hinsicht auf den hinter ihm liegenden Theil positiv. Es geht also während der Entladung ein positiver Strom centrifugal von dem Kopfe nach dem Schwanze. Dieses stimmt in zwiefacher Beziehung sehr schön: 1) Bei dem Zitterrochen, wo die Säulen senkrecht stehen, und die Septa horizontal liegen, geht die positive Strömung von der Rücken- zur Bauchfläche. Bei dem Zitteraale, wo die Säulen der oberen Organe horizontal liegen und die Platten senkrecht stehen, findet sie von dem Kopfe nach dem Schwanze Statt. Die Säulen des Gymnotus gleichen also nach vorn umgelegten Säulen des Torpedo, bei welchen die Rückenfläche zur Vorderfläche geworden. 2) Wir wissen, daß bei der, durch einen elektrischen Strom erregten magnetischen Strömung die Ebene der letztern die des ersteren senkrecht schneidet. Da nun die Endplexus der Nerven des elektrischen Organs den Septis parallel liegen, so laufen auch die bei dem Zitterrochen horizontal, bei dem Zitteraal senkrecht. Nun geht der positive Strom bei dem erstern von oben nach unten, der negative von unten nach oben, während bei dem letztern die positive Strömung von vorn nach hinten, die negative von hinten nach vorn geht. Hieraus folgt, daß bei beiden elektrischen Fischen die elektrische Strömung auf der Strömung

des Nervenfluidums senkrecht steht, und daß sich die erstere in dieser Beziehung zur letzteren, wie die erregte magnetische zu der erregenden elektrischen Strömung verhält.

Auch die elektrischen Schläge des Gymnotus haben die Eigenschaften der gewöhnlichen Elektricität. 1) Die durch sie wahrgenommene Empfindung ist die ähnliche. 2) Schon Walsh, Pringle, Magellan, Jugenhouß in älterer, und Faraday und Schönbein in neuester Zeit sahen im Momente der Entladung Funkenbildung. 3) Eben so wirken nach Faraday und Schönbein die Schläge auf das Elektrometer, und 4) lenken die Nadel eines Galvanometers bedeutend ab. Eine in dem inducirten Entladungsstrome befindliche Stahlnadel wird magnetisch. 5) Die Entladungen werden, wie schon erwähnt, durch Conductoren fortgepflanzt, durch Isolatoren isolirt. 6) Die von Faraday mit dem Elektrothermometer angestellten Versuche fielen negativ aus. Dagegen wollte Gassiot eine Temperaturerhöhung von 1° — 2° wahrgenommen haben. 7) Die Zersetzung des Jodkaliums gelingt leicht. Hierbei nahmen Schönbein und Watkins, wie schon angeführt wurde, bisweilen einen Funken wahr, während gewöhnliche elektrochemische Zersetzungen von keiner Funkenbildung begleitet sind.

Eigentlich physiologische Versuche sind bis jetzt an dem Zitteraale fast gar nicht angestellt worden. Nach der Enthauptung des Thieres sah Alex. von Humboldt, obwohl sich an dem Kopfe der Mund von selbst öffnete und schloß, doch durch galvanischen Reiz keine Zuckungen in den Muskeln des Kopfes, des Rumpfes und des Schwanzes entstehen, während das Herz auf den Galvanismus reagirte. Der genannte Forscher fand dasselbe auch bei dem brasilianischen Zitterrochen, nicht aber bei dortigen, nicht elektrischen Thieren. Da sich jedoch europäische Zitterrochen gegen den galvanischen Reiz empfindlich zeigen, so steht es noch dahin, ob nicht hier Zufälligkeiten obwalteten.

C. Der Zitterwels (Malapterurus s. Silurus electricus). Dieser Zitterfisch ist schon bei weitem weniger gekannt, als der Zitterrochen und der Zitteraal. Physiologische und physikalische Versuche sind noch gar nicht an ihm angestellt worden, und selbst die anatomischen Beobachtungen, welche Geoffroy St. Hilaire, Vater und Sohn, Rudolphi, Joh. Müller und Valenciennes geliefert haben, reichen nur hin, einen ungefähren Begriff von seinen elektrischen Organen zu geben, während die Verhältnisse seiner Nerven nur wenig, die seines centralen Nervensystemes gar nicht gekannt sind. Unmittelbar unter der äußern Haut und ihr fast anhaftend, erstrecken sich von der Stirn und den Kiemen bis zur Afterflosse die beiden durch eine Aponeurose getrennten elektrischen Apparate. Das äußere liegt unter dem Corium, das innere über der Muskelschicht. Jenes besteht aus kleinen rautenförmigen, unter der Lupe sichtbaren Zellen. Dieses scheint ebenfalls zellig und flockig zu sein. Jenes erhält seine Nerven vom N. vagus, der unter der Aponeurosis intermedia einhergeht, und diese mit seinen Zweigen durchbohrt. Das innere empfängt sehr feine Reiser von den Intercostalnerven. Da ich keine Gelegenheit hatte, einen Zitterwels selbst zu untersuchen, so habe ich die Beschreibung nach Rudolphi, Joh. Müller und Valenciennes entworfen. Nach Forskal sollen sich seine elektrischen Wirkungen auf den Schwanz beschränken.

D. Tetrodon electricus. Seine ganze Anwartschaft, unter die elektrischen Fische gestellt zu werden, beruht auf der Mittheilung von Paterson. Dieser Forscher nämlich erhielt mit seinen Begleitern, als sie unter 12° 13′ südlicher Breite den 7″ langen Fisch fingen, verhältnißmäßig heftige elektrische Schläge. Diese Nachricht datirt sich vom Jahre 1786.

E. Trichiurus electricus. Auch über diesen existirt nur die vom Jahre 1682 herrührende Mittheilung von Nieuwhoff. Es sollen Menschen, welche ihn tödten oder ausweiden, von einer kurzen Erstarrung befallen werden. Seine Rolle als Zitterfisch ist noch sehr zweifelhaft. Nach Rudolphi steht es noch dahin, ob er von Trichiurus lepturus verschieden sei.

Sind nun aber die elektrischen Arten Tetrodon und Trichiurus noch sehr dubiös oder mindestens sehr unbekannt, so ist, meiner Ueberzeugung nach, Rhinobatus electricus aus dem Verzeichnisse der elektrischen Thiere gänzlich zu streichen. Schon Rudolphi konnte bei dem Exemplare der Bloch'schen Sammlung keine elektrischen Organe auffinden. Mir gelang dieses bei einem andren Exemplare eben so wenig. Der vordere spitze Schnauzentheil enthält zwar ein lockeres, aus einander durchkreuzenden Sehnenfasern bestehendes Gewebe. Es ist aber dasselbe, was auch bei den übrigen gewöhnlichen Rochen vorkommt. Das Gehirn schien auch ganz rochenähnlich zu sein. Die Nachricht von Marcgrav, nach welcher ihm elektrische Eigenschaften zugeschrieben werden, bezieht sich vielleicht auf Narcine.

Es liegt zwar nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen kein bestimmter Grund vor, weshalb diejenigen Geschöpfe, welche elektrische Organe besitzen, nur Fische sein sollten. Wenn auch bei Thieren mit trockener Haut diese als Isolator die Fortführung der Elektricität nach außen hindern sollte, so blieben noch Reptilien, Wasserthiere höherer Klassen, so wie wirbellose Thiere genug übrig, bei welchen dieser Uebelstand hinwegfiele. Uebrigens tritt gerade bei den Zitterrochen und Zitteraalen in dieser Beziehung ein eigenes, noch nicht klares Verhältniß entgegen. Nach der ganz richtigen Bemerkung von Alex. von Humboldt, ist das System der sogenannten Schleimkanäle bei den erwähnten Zitterfischen stark entwickelt. Der Schleim ist aber bisweilen theilweise isolirend, leitet wenigstens stets weniger, als Flußwasser und Meerwasser. Allein diesem sei, wie ihm wolle, so kennen wir mit Sicherheit kein elektrisches Thier, welches zu einer anderen Klasse, als der der Fische gehörte. Daß auf die Nachricht einer elektrischen Mantis von Marcgrav nicht zu geben sei, hat schon Rudolphi mit Recht nachgewiesen. Die von Treviranus angeführte elektrische Wirkung eines Alcyonium bursa beruht wahrscheinlich auf einer Verwechselung mit dem Nesseln, welches nicht bloß den Medusen, sondern auch einzelnen Polypen zukommt. Wie es sich mit dem von Yarrell in neuester Zeit erwähnten, aus dem tropischen Amerika stammenden großen Schmetterlinge, der elektrische Schläge austheilen soll, verhalte, muß die Zukunft lehren.

Bevor wir zu den allgemeinen Theorieen über die Wirkungsweise der elektrischen Organe übergehen, müssen wir eine Reihe von Eigenthümlichkeiten hervorheben, welche bei jeder Vorstellungsweise über die Entladungen unerklärt bleiben. 1) Obgleich die Zitterfische, wenigstens bestimmt die Zitterrochen, für galvanische Reize gleich anderen Thieren empfänglich sind, so werden sie doch durch ihre Entladungen der elektrischen Organe nicht zu Muskelcontractionen angeregt. Ein Theil des elektrischen Schlages des unpaaren elektrischen Organs des Zitteraals muß, wenn er nach außen drin-

gen soll, durch die Muskulatur der Schwanzflosse hindurchgehen. Dessen ungeachtet wird diese im Entladungsmoment dadurch nicht bewegt. 2) Gleichartige Zitterfische sind für die von ihren Genossen ertheilten Schläge unempfindlich. Während die in den Fluß getriebenen Pferde durch die Schläge der Zitteraale betäubt werden, ist dieses mit den in demselben Wasser befindlichen Gymnotis nicht der Fall. 3) Ob gleich alle thierischen Theile und auch die elektrischen Organe, so wie der übrige Körper des Zitterfisches mit Flüssigkeiten durchtränkt sind, so findet doch keine Zerstreuung des elektrischen Stromes Statt. Wir mögen vielmehr uns die Elektricitätsentladung denken, wie wir wollen, so müssen wir doch immer gewissen Theilen des elektrischen Apparates Isolationskräfte zuschreiben. Die Angabe dagegen, daß die Zitterfische, vorzüglich der Zitteraal, nach Willkühr seine Schläge leiten könne, haben wir schon oben beleuchtet. Es beruhet diese scheinbare Fähigkeit wahrscheinlich darauf, daß das Thier nach Anregung seines centralen Nervensystems, sei es durch den Willen, sei es durch äußere Reize, den elektrischen Apparat total oder partiell und local entladen kann. Dieses aber gleicht der Fähigkeit anderer Thiere, einzelne Muskeln oder Gruppen derselben zusammenzuziehen, vollkommen. Wir wollen nun die wesentlichsten früheren Theorien der Entladung der elektrischen Organe durchgehen und hierauf diejenige, welche sich uns nach den gegenwärtigen Kenntnissen am wahrscheinlichsten darstellt, anführen.

1) Nur wenige Forscher theilten die Ansicht, daß die Elektricität nicht in den elektrischen Organen erzeugt werde. Matteucci sprach sich in neuester Zeit dahin aus, daß sie in dem Gehirn, in specie in den elektrischen Lappen erzeugt und nur durch die elektrischen Nerven und die elektrischen Organe nach außen geführt werde. Mit Recht hat sich schon Joh. Müller gegen diese Ansicht ausgesprochen. Wäre sie richtig, so müßten noch nach Durchschneidung der elektrischen Nerven Reizungen der centralen Theile der letzteren oder der elektrischen Lappen Schläge hervorrufen. Elektricitätsentladungen ohne die elektrischen Organe annehmen, hieße eben so viel als Muskelcontractionen ohne Muskeln statuiren.

2) Vor der Entdeckung der galvanischen Elektricität dachte man vorzüglich an die Leidener Flaschen — eine Ansicht, die später wieder verlassen worden ist, zu welcher sich aber in neuester Zeit, wie es scheint, Delle Chiaje hinneigte. Es müßte hier das Gehirn wieder das die Elektricität erregende Organ sein. Die Organe müßten sich in einer permanenten Ladung befinden, und es wäre ein bloßes Schlagen nach Willkühr kaum möglich.

3) Nach der Entdeckung des Galvanismus lag es nahe, die Säulen mit ihren Septis, galvanischen Säulen mit ihren Plattenpaaren zu vergleichen. Daß die Rudolphi'sche Ansicht, daß die Säulen des Torpedo gewöhnlichen galvanischen Säulen, die des Gymnotus Trogapparaten entsprechen, nicht ganz stricte zu nehmen sei, haben wir schon oben angeführt. Die meisten Autoren begnügten sich nun, die elektrischen Apparate überhaupt mit fertigen galvanischen Säulen zu vergleichen, ohne in die Details ihrer Wirkungsweise einzugehen. Moser [1]) stellte folgende eigenthümliche Deduction auf: »Da keine galvanische Säule ohne Veränderung der Körper bekannt ist, so »sei vorauszusetzen, daß die in den Zellen der elektrischen Organe vorhan»dene Flüssigkeit auf die Nervensubstanz verändernd einwirke. Dafür spreche »die Beobachtung John Davy's, daß die innere Substanz der Nervenpri-

[1]) Repertorium der Physik. Berlin 1837. 8. S. 251.

»mitivfasern kein Continuum bilde, sondern aus Stücken mit kleinen Zwi»schenräumen bestand und wie geronnen erschien. Würden Muskelfasern »in dem Organe enthalten sein, so würde der Fisch in dem Moment, wo er »den Schlag ertheilt, ebenfalls einen solchen erhalten. Allein nach den Un»tersuchungen von J. Davy (u. R. Wagner)[1]) besitzt das Organ keine »solchen.« Abgesehen von der ebenfalls hier wiederkehrenden Annahme einer permanenten Säule lehren anatomische und physiologische Untersuchungen, daß die Primitivfasern der elektrischen Nerven mit den gewöhnlichen Nervenprimitivfasern ihrem Baue nach übereinstimmen. Der Schluß in Betreff der Abwesenheit der Muskelfasern in dem elektrischen Organe fällt aus zwei Gründen. Denn 1) haben wir gesehen, daß sich durch die Entladung auch die übrigen Muskeln des Zitterfisches nicht contrahiren, und 2) könnte, selbst wenn dieses geschähe, durch den positiven centrifugalen Strom der Entladung an und für sich eben so wenig Empfindung sich erzeugen, als wir bei der Muskelcontraction Schmerz haben. Nur centripetale Ströme oder sehr heftige Schläge könnten von Empfindungen begleitet werden.

Bei der Theorie der Wirkung der Zitterfische, deren elektrische Organe wir galvanischen Batterien paralleliſiren, müssen wir von vorn herein von dem Grundsatz ausgehen, daß jedes elektrische Organ keine vollständige galvanische Batterie ist. Denn wäre dieses der Fall, so müßte der Fisch fortwährend schlagen. Jede beliebige Verbindung desselben an zwei Punkten müßte sogleich Entladung zur Folge haben. Eben so wenig, wie bei der galvanischen Säule, hinge diese Wirkung von etwas Anderem, als von der Erfüllung der genannten äußern Bedingung ab. Bei den elektrischen Fischen tritt dieses keineswegs ein. Von dem Willen des Thiers hängt es ab, ob es schlagen will oder nicht, ob sich sein ganzer elektrischer Apparat oder nur ein Theil desselben entladen soll. Wir haben ferner gesehen, daß zu diesem Zwecke, wie in den motorischen Nervenprimitivfasern behuf der Muskelcontraction, so in den elektrischen Nerven das Nervenfluidum centrifugal bis zu deren peripherischen Enden strömt. Hier tritt es in die Septa des elektrischen Organs aus. In demselben Momente erfolgt auch die Entladung. Aus diesen Thatsachen ergiebt sich aber folgendes Axiom:

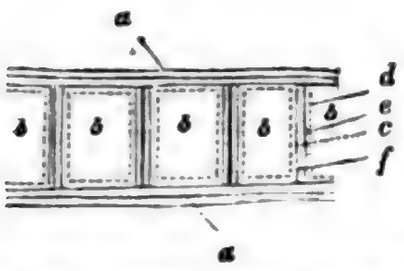
Die elektrischen Apparate der Zitterfische können unmöglich fertigen elektrischen Batterien, die, sobald ihre beiden Endpole in leitende Verbindung treten, an dem Leiter elektrothermisch, elektromagnetisch, elektrochemisch und elektrophysiologisch wirken, gleichen. Sie entsprechen vielmehr unvollständigen galvanischen Batterien, denen im Zustande der Ruhe ein Element zur Ausübung der genannten Wirkungen fehlt. Will der Fisch schlagen, so entsteht von den elektrischen Lappen, durch die centralen und peripherischen elektrischen Nervenprimitivfasern eine centrifugale Strömung des Nervenfluidums. Dieses tritt dann an den Endplexus der elektrischen Nerven in den entsprechenden Theilen des elektrischen Organs (innerhalb der Septa desselben) aus, bildet das fehlende Element, vervollständigt die Batterie und setzt sie in den Stand, sogleich und so lange der Austritt des Nervenfluidums dauert, unter den genannten geeigneten phy-

[1]) Lehrbuch der vergl. Anatomie. S. 418.

sikalischen Voraussetzungen thermisch, magnetisch, chemisch und physiologisch zu wirken.

Während wir das eben Gesagte nur dann, wenn die elektrischen Organe keine galvanischen Batterien wären, und selbst in diesem Falle noch nicht gänzlich fallen lassen müßten, so bleiben in Betreff der Bestimmung der Natur des Fehlenden und durch die Ausströmung des Nervenfluidums momentan gelieferten Elements zwei Möglichkeiten übrig. Es ist nämlich entweder der eine Elektricitätserreger oder der feuchte Leiter. Um hierüber näher einzutreten, müssen wir uns aus dem anatomischen Baue der elektrischen Organe den Typus der einzelnen Glieder der galvanischen Säule vergegenwärtigen. Dieser ist aber, wie wir oben gesehen haben, bei dem Zitterrochen und dem Zitteraale wesentlich derselbe. Wir haben ihn in Fig. 13 bildlich dargestellt. *a a* sind die, die Säulen trennenden aponeurotischen Scheidewände, *b b b b b* die in den einzelnen Zellenräumen oder Kästchen der Säule enthaltene Flüssigkeit, welche durch die Septa in ihren Zellenportionen vollständig isolirt wird. Die punktirten Linien *c* bezeichnen die Verbreitung des Epitheliums, *d e f* die Elemente des Septums außer dem genannten Epithelium und zwar *d* die unter dem Epithelium verlaufenden Blutgefäße, *e* die Grundmembran oder die Grundsubstanz des Septum, die verdünnte Fortsetzung der größeren, die Säule isolirenden aponeurotischen Scheidewände, *f* die Schicht der Endplexus der Nerven. Nehmen wir nun an, daß die Nerven den einen Erreger bilden, so würde in den übrigen Theilen des Septum der andere Erreger, in der Flüssigkeit der feuchte Leiter liegen. Vollständiger können wir aber die Theorie durchführen, wenn wir für das ausströmende Nervenfluidum die Rolle des Leiters in Anspruch nehmen. Betrachten wir die aponeurotischen Scheidewände, welche die einzelnen Säulen trennen, als Isolatoren, so müssen die Grundmembranen der Septa als die verdünnten Fortsetzungen derselben auch isolirend wirken. Wie also die Flüssigkeit und die Epithelialformation jedes Zellenraumes anatomisch abgeschnitten ist, so würde auch jede Zelle im Momente der Ruhe für sich isolirt sein. Die Erreger wären die Flüssigkeit und die Epithelialformation mit oder ohne das in den Capillarnetzen der Septa strömende Blut und die aus diesem hervortretende Ernährungsflüssigkeit. Wir hätten also auf diese Art keine zusammenhängende Batterie, sondern nur eine sehr große Zahl von Partialketten, gleichsam von galvanischen Kästchen, welche in isolirenden Kästchen eingeschlossen wären. Im Momente der Entladung wirkten die Ausströmungen des Nervenfluidums leitend, und heben so die durch die Grundmembran der Septa bedingte Isolirung auf. Die vielen isolirten Partialketten würden auf diese Art in Einem Momente in Verbindung gesetzt, und zu einer schlagenden Batterie verwandelt. Hört dagegen die Nervenströmung auf, so kehren sie in den alten Zustand der Partialketten zurück. Die elektrische Spannung einer einzelnen dieser Partialketten ist aber sicher zu klein, um irgend unmittelbar wahrgenommen zu werden. Die größeren aponeurotischen Scheidewände würden im Momente der Ruhe den Glasstäben, welche eine galvanische Säule zusammenhalten, verglichen werden können. Man könnte sich aber auch denken, daß bei starken Entladungen auch sie ihre Isolation aufgeben und die einzelnen Säulen zu Columnen

Fig. 13.



mit größeren Septis oder Plattenpaaren verbänden, wenn nicht die abwechselnde Stellung der letzteren dieser Vorstellung Schwierigkeiten in den Weg legten. Die sehnigte Hülle, welche die elektrischen Organe, vorzüglich des Zitteraals und des Zitterwelses, haben, würde die Batterien zusammenhalten und durch Compression den Contact inniger machen.

Nehmen wir nun eine elektrische Spannung zwischen der Flüssigkeit und dem Epithelialüberzuge der geschlossenen Zellen der Partialketten des elektrischen Organs an, so ist es von Interesse, die Oberfläche, welche in Spannung tritt, ungefähr zu schätzen. Lacepède bestimmte diese bei einem Torpedo von gewöhnlicher Größe auf 58, bei einem Gymnotus von 4 Fuß Länge auf 123 Quadratfuß. Schon wenn man die kleinen elektrischen Organe des Zitterrochen mit den großen des Zitteraals vergleicht, ergiebt sich, daß diese Zahlen, selbst entfernt annähernd, unmöglich richtig sein können. Um hier etwas Sichereres zu haben, müssen wir die mittlere Oberfläche jedes Septums und die mittlere Distanzfläche von je zwei Septis bestimmen. Man sieht nach dem in Fig. 13 gegebenen Schema, daß die doppelte Summe dieser beiden Größen die Oberfläche des Epithelialüberzuges Einer Zelle giebt. Bei dem oben erwähnten Torpedo galvanii von 10″ 5‴ Länge zeigte sich als mittlere Oberfläche eines Septum 1,44‴ Quadratlinie. Die mittlere Distanz zwischen je zwei Septis betrug 0,01‴ Quadratlinie; folglich die mittlere Distanzfläche 0,0012‴ Quadratlinie. Jede Zelle hatte daher eine mittere Berührungsoberfläche von 2,904‴ Quadratlinien. Da nun 125788 — 410 = 125378 Zellen in Einem elektrischen Organe vorhanden waren, so giebt dieses 36,4 Quadratfuß Berührungsoberfläche. Auf den gesammten elektrischen Apparat kämen dann 72,8 Quadratfuß Contactoberfläche. Nehmen wir für die mittlere Oberfläche jedes Septums des obern elektrischen Organs des Gymnotus 0,64‴ Quadratlinie und für jede Seitenwand der Zelle 0,05‴ Quadratlinie an, so haben wir für jeden Zellenraum 1,38‴ Quadratlinie Berührungsfläche. Da nun in jedem seitlichen Organ eines noch nicht ganz 4 Fuß langen Zitteraales 1996800 — 390 = 1996410 Zellen enthalten waren, so gäbe dieses 275,5 Quadratfuß Contactfläche. Auf beide seitlichen Organe kämen dann 551 Quadratfuß. Schlagen wir für die mittlere Oberfläche eines Septum des untern elektrischen Organs, wie es sich aus Messungen ergab, 0,72‴ Quadratlinie und für die mittlere Seitenfläche Einer Zelle 0,0028‴ Quadratlinie an, so erhält man für Eine Zelle 1,4456‴ Quadratlinie und für 160000 Septa 23,13 Quadratfuß Berührungsoberfläche. Der ganze elektrische Apparat hätte daher 574,13 Quadratfuß Contactfläche. Obwohl bei allen diesen Schätzungsberechnungen die Bestimmungen eher zu klein, als zu groß genommen worden, so resultiren doch daraus ihrer Größe nach sehr beträchtliche Zahlen. Verkleinert man sie aber auch noch so sehr, so erhellt so viel daraus, daß bei den Zitterfischen die Contactflächen so außerordentlich groß sind, daß die contactelektrische Spannung, wenn nur nicht die Elektricität durch die, die Organe des Zitterfisches durchtränkende Feuchtigkeit abgeleitet und zertheilt wird, bloß ein Minimum zu sein braucht, um durch die Batteriecombinationen ungeheuere Effecte hervorzubringen. Die letzteren könnten vielleicht, so bedeutend sie auch sind, nach den eben angestellten Berechnungen eher zu klein, als zu groß erscheinen. Offenbar geht ein Theil derselben durch das den Fisch umgebende Wasser verloren. Im Meerwasser wird dieser Verlust stärker ausfallen. Allein auch er hat seine bestimmten Grenzen. Neeff zeigte mir an seinem Magnetoelektrometer, daß, wenn

man die beiden Poldrähte in ein Bassin mit Wasser tauchte, die Wirkung in der Nähe der Drähte am stärksten war und nach der Peripherie hin in Wasser abnahm. Die beiden Drähte bildeten gleichsam die Längenachse einer galvanischen Wirkungsellipse. Etwas Aehnliches zeigt sich, wie schon angeführt wurde, nach Faraday, bei dem Zitteraale.

Da aber das ausströmende Nervenfluidum, welches die Batterien erzeugt, ein imponderables Agens ist, so erklärt sich hieraus, warum der Zitterroche im Momente der Entladung nicht an Volumen (und sicher auch nicht an Gewicht) zunimmt. Vielleicht daß auch die dargelegte Theorie einen Fingerzeig zur Erklärung der oben angeführten Thatsache, daß die Irritabilität der elektrischen Organe geringer, als die der Muskeln ist, an die Hand giebt. In beiden strömt das centrifugal geleitete Nervenfluidum in die entsprechenden peripherischen Organtheile aus. In den Muskeln trifft es eine Substanz, die sich, wenn sie eben von dem übrigen Körper getrennt ist, auch nach directen Reizen ohne Vermittelung des Nervenfluidums contrahiren zu können scheint. In den elektrischen Organen dagegen muß es entweder einen Erreger oder den Leiter bilden. Es muß daher dasselbe Quantum von Nervenfluidum leichter Muskelcontractionen, als elektrische Entladungen vermitteln können.

Aus dem Baue der elektrischen Organe ersehen wir aber endlich noch, daß die Natur es vorgezogen hat, sehr große Contactapparate in den elektrischen Organen aufzubauen, als ursprünglich geringere elektrische Wirkungen zu erzeugen und diese dann durch Condensation oder Multiplication zu verstärken. Eine sehr lange isolirte Spirale zu construiren, wäre ihr um so leichter gewesen, als bekanntlich der Stellung der meisten, wo nicht aller Gewebtheile die Spiral- oder Schraubenlinie zum Grunde liegt. Vielleicht daß aber dann die physiologischen Effecte der Batterien auf Kosten anderer, nicht beabsichtigter Wirkungen derselben vermindert worden wären.

II. Die bei den übrigen Thieren und dem Menschen bei Gelegenheit der verschiedenen functionellen Verhältnisse ihres Körpers zum Vorschein kommenden elektrischen Strömungen sind zwar bisjetzt von vielen Forschern untersucht worden. Dieses ganze Gebiet von Studien aber drehte sich größtentheils um die Aufstellung von Annahmen des Erscheinens elektrischer Strömungen durch vitale Processe, oder die Widerlegung solcher Hypothesen. Schon vor der Entdeckung des Galvanismus führten die Schnelligkeit der Elektricitätsleitung, die Lichtentwickelung, der elektrische Schlag, die Anwendung der Reibungselektricität zu heilkünstlerischen Zwecken zu einzelnen Vergleichungen der vitalen Erscheinungen mit den Phänomenen der Elektricität. Wie nämlich zu den verschiedenen Zeiten ähnliche Vorstellungen in dem relativen Zeitgewande wiederkehren, so war es auch hier der Fall. Man identificirte die Wirkungen des sogenannten Phlogiston mit denen der gemeinen Elektricität und hatte so einen Uebergang zu den vitalen Erscheinungen gewonnen. Allein auch damals erklärten sich schon besonnene Forscher, wie Cavallo[1]), gegen solche Annahmen. Der Umstand, daß die Contactelektricität durch die in dem Froschschenkel entstehenden Zuckungen zuerst wahrgenommen wurde, führte in der ersten Zeit, wie es schien, mit vollem Rechte zu der galvanischen Ansicht, daß im Momente der Contraction ein elektrisches Fluidum

[1]) Versuch über die Theorie und Anwendung der medicinischen Elektricität. Aus dem Englischen. Leipzig. 8. S. 13. 14.

von dem Nerven in den Muskel übergeführt werde, und daß die Application der Metalle, durch welche solche Convulsionen zur Erscheinung gebracht werden, auf die elektrische Flüssigkeit der Nerven nur anziehend wirke und es gleichsam aus den Nervenfasern in die Muskelfasern hinein hervorlocke. Die ersten zahlreichen Beobachtungen von Galvani, Volta, Alex. von Humboldt, Ritter, Pfaff, Vasalli-Eandi, Creve, Nysten und vielen Anderen, betrafen auch vorzüglich die durch Contactelektricitätsverhältnisse an den Muskeln der Thiere, vorzüglich der Frösche, und des Menschen wahrnehmbaren galvanischen Phänomene. Als aber der Galvanismus durch Volta auf seinen wahren Standpunkt als Contactelektricität zurückgeführt wurde, als man zuerst erkannte, daß die merkwürdigsten Wirkungen der Berührungselektricität durch rein unorganische, einander elektrisch entgegengesetzte Körper erzeugt und an den auf andere unorganische Körper ausgeübten Wirkungen erkannt würden, und als man später zu der Einsicht kam, daß der Froschschenkel und andere thierische Theile nur die feinsten Elektroskope bildeten, stellten diese objectiv wissenschaftlichen Forschungen die Elektricitätsfrage der organischen Körper anders. Die früheren scheinbar so sichtlichen Beweise der durch Elektricität erzeugten vitalen Phänomene entbehrten wieder aller Stütze. Nichts desto weniger hatten bei Einzelnen die früheren Hypothesen so festen Fuß gefaßt, daß mehrere Physiologen ersten Ranges jener Zeiten, z. B. Prochaska, dennoch keinen Anstand nahmen, die Lebenserscheinungen und vorzüglich die Thätigkeit des in den Nerven strömenden Principes oder des Nervenfluidums oder Nervenagens mit der Elektricität zu identificiren. Allein theils der Mangel an objectiven Beweisen, theils die geringere Aufmerksamkeit, welche man, gleichsam erschlafft, im Gegensatz zu einer früheren Periode den organischen Elektricitätsströmungen zuwandte, ließ solche Ansichten immer mehr in den Hintergrund treten. Dazu kam noch, daß die zu jenen Zeiten über die Schläge der elektrischen Fische vorliegenden Thatsachen darauf hinzudeuten schienen, daß die durch diese Thiere entwickelte Elektricität von der unorganischen, sowohl der Reibungs-, als der Contactelektricität abwiche. Als wieder durch die Entdeckung des Elektromagnetismus die Aufmerksamkeit der Physiker auf die gegenseitige Erregung der allgemeinen Naturagentien gelenkt worden, als man zuerst wieder geneigt wurde, Elektricität und Magnetismus zu identificiren, mußte auch die Idee, daß das elektrische Fluidum und das Nervenfluidum identisch seien, von Neuem hervortreten. Prevost und Dumas stellten eine zum Theil auf ihre mikroskopischen Untersuchungen basirte Hypothese, wie durch eine centrifugale, in den Nerven erscheinende, elektrische Strömung die Muskelcontraction zu Stande komme, auf. Einen größeren Aufschwung erlangte aber das Bemühen, in dem lebenden Körper galvanische Strömungen nachzuweisen, mit der Entdeckung des Schweigger'schen Multiplicators oder des Galvanometers. Die durch Application der beiden Poldrähte des Instrumentes an zwei heterogene Theile eines lebenden oder todten Thieres zu erzeugenden Abweichungen der Magnetnadel wurden bald constatirt. Es wiederholte sich nun in neuerer und neuester Zeit der ziemlich unfruchtbare Streit, ob diese Strömungen oder gewisse Modificationen derselben Folgen der Lebenserscheinungen oder rein physikalische Phänomene seien. David, Donnè, und in neuester Zeit Pucci-notti und Pacinotti, Zandeteschi und Forio wollten sie als Folgen vitaler Thätigkeit betrachten, während Joh. Müller, Sterneberg, der Verfasser, Matteucci, die Commission der Turiner naturforschenden Ge-

sellschaft, Beruti und Bischoff und Joly mit Recht in den dann zum Vorschein kommenden Phänomenen nur physikalisch-chemische Aeußerungen fanden. Die Entdeckung des Thermomagnetismus gab natürlich auch Gelegenheit, die durch Eigenwärme der Thiere und des Menschen und die verschiedenen Theile derselben entstehenden elektrischen und magnetischen Ströme darzustellen. — Punkte, welchen besonders Breschet, Becquerel und Dutrochet ihre Studien zuwandten. Bei diesen ganzen Versuchen, welche mit Ausnahme der letzteren mehr auf negative, als auf positive Resultate hinauslaufen, richtet sich der Werth der Beobachtungen nach der Empfindlichkeit des zum Experimentiren gebrauchten Galvanometers und der in Betreff der Leitungsdrähte und bei der Ausführung des Versuches überhaupt angewandten Vorsichtsmaßregeln. Es giebt vielleicht kein Feld physikalischer und physiologischer Experimente, welches mehr Delikatesse und mehr Berücksichtigung bei dem Handeln erfordert, als dieses. Die kleinsten Umstände wirken störend oder ändernd. Auch bei der größten Vorsicht und unter scheinbar sehr gleichen Verhältnissen hat man entgegengesetzte Resultate. Um daher über alle hier in Betracht kommenden Punkte ein Urtheil vorzubereiten und sicherere Sätze, so weit es der gegenwärtige Zustand der Physik erlaubt, zu gewinnen, schien es mir nothwendig, fast sämmtliche bieher gehörenden Experimente zu wiederholen. So viel wie ich weiß, waren die empfindlichsten Galvanometer, welche man (Breschet, Becquerel, Matteucci und Dutrochet) bis jetzt zu solchen Untersuchungen gebraucht hatte, Gourjon'sche mit 2500 Windungen. Durch die Güte meines Collegen, Prof. Brunner, konnte ich ein Schröder'sches Galvanometer von 3300 Windungen benutzen. Da alles Kupfer mit etwas Eisen verunreinigt ist, so waren bei dem Instrumente die dann nothwendigen Störungen durch den Erdmagnetismus durch kleine mit Firniß aufgeklebte Eisenstückchen aufgehoben. Ueber den beiden astatischen Nadeln schwang eine feine Silbernadel als Zeiger. Die Zapfen, an welche die Kupferdrähte des Galvanometers angelöthet waren, wurden von Zeit zu Zeit, um jede Spur sich bildenden kohlensauren Kupferoxydes zu entfernen, mit Schmirgelpapier abgerieben. Unten wurden sie zu besserer Schließung bei den zu erzählenden Versuchen mit der leichtflüssigen Metallmischung umgossen. Bei denjenigen Experimenten, bei welchen nicht ausdrücklich Veränderungen angegeben sind, waren die Näpfchen der Kupferbügel mit Quecksilber oder bei Anwendung von Zinkplatten als Leiter mit ziemlich gesättigtem Zinkamalgam gefüllt. Die Empfindlichkeit des Instrumentes war auch so groß, daß, wenn man zur Leitung Platindrähte gebrauchte, die bloße Eintauchung der beiden mit Glaspincetten gefaßten Leitungsdrähte in ein mit destillirtem Wasser gefülltes Gefäß eine Abweichung der Magnetnadel, die selbst bisweilen bis 5° — 8° stieg, in der Regel aber 1° — 3° betrug, erzeugte. Ein einfaches Zink-Kupferplattenpaar von Einer Quadratlinie Durchmesser drehte die Nadel im Kreise herum.

Die hier in Untersuchung kommenden Ströme zerfallen in drei Klassen 1) Contactelektrische oder minder gut bezeichnet, chemisch-elektrische. 2) Thermoelektrische und 3) vital-elektrische. Bei den contactelektrischen werden die beiden Leitungsdrähte des Galvanometers durch zwei verschiedene Punkte des thierischen Körpers geschlossen. Der letztere kann daher entweder nur als feuchter Leiter oder als solcher und als Elektricitätserreger wirken. Wir werden ihn in beiden Rollen antreffen. Bei den thermoelektrischen Versuchen muß man, um notable und constante Resultate zu erhalten, die Leitungs-

drähte selbst so anordnen, daß sie, an die Queckſilbernäpfchen des Galvanometers applicirt, eine geſchloſſene Kette erzeugen. Man löthet daher die beiden freien Enden von zwei Platin- oder Kupfer- oder Zinkdrähten mit den beiden Enden eines Eiſendrahtes zuſammen. Iſt die eine Löthſtelle höher temperirt, als die andere, ſo entſteht eine Abweichung der Magnetnadel. Daß man auf dieſe Art die Temperatur eines thieriſchen Körpers mit der eines anderen und die Wärme der verſchiedenen thieriſchen Theile unter einander vergleichen könne, verſteht ſich von ſelbſt. Bei der Aufſuchung vital-elektriſcher Strömungen ſucht man, mehr von dunkelen Ahnungen, als durch ſichere Principien geleitet, beide Methoden mit mannigfachen Modificationen in Anwendung zu bringen.

1) Contactelektriſche Strömungen. Hier werden alſo die beiden ſonſt nicht geſchloſſenen Leitungsdrähte des Galvanometers an verſchiedene Hautſtellen oder innere Theile applicirt. Iſt der Theil natürlich oder künſtlich durchfeuchtet, ſo entſteht faſt immer eine mehr oder minder große, oft bei zwei auf einander folgenden Experimenten in Größe und und bisweilen ſelbſt in der Richtung variirende Abweichung. Sind die Theile trocken, ſo verſchwinden die Declinationen faſt immer gänzlich oder ſind ſelbſt in den wenigen Ausnahmsfällen äußerſt klein. Die Variationen hängen übrigens außer kleinen untergeordneten, kaum zu berechnenden Umſtänden von der Natur und der Form der Leitungsdrähte und der elektriſchen und chemiſchen Spannung der letzteren gegen das Queckſilber und die thieriſchen Theile ab. Eine ſehr nothwendige Vorſichtsmaßregel beſteht noch darin, daß beide Leitungsdrähte genau dieſelbe Größe und Maſſe haben. Findet Ungleichheit Statt, ſo erhält ſchon dadurch die Magnetnadel die Tendenz nach der Seite hin, wo der kürzere und weniger maſſige Draht ſich befindet, abzuweichen. Bei ſcheinbar noch unbedeutender Ungleichheit der Leiter wird dieſe Störung ſo groß, daß die Magnetnadel immer in bezeichneter Richtung hin declinirt und daß alle durch die thieriſchen Theile erzeugten Strömungen auf dieſe Art gar nicht oder getrübt zum Vorſchein kommen. Es wurden daher die beiden Leitungen nicht nur der Größe nach gleich abgemeſſen, ſondern auch auf einer chemiſchen Wage genau tarirt. Der Froſch wurde in einem Korkrahmen mit gewichſter Seide ſchwebend aufgeſpannt und ſo iſolirt erhalten. Die Schließung geſchah natürlicher Weiſe mit Glaspincetten. Eine über den in dieſer Beziehung ſtattfindenden Werth der verſchiedenen als Leitungen angewandten Metalle gemachte Verſuchsreihe ergab z. B.

	Schließung der beiden Galvanometernäpfe durch einen Bogen.	Eintauchen der beiden Leiter in deſtillirtes Waſſer.	Application der beiden Leiter an die Mundſpitze und den rechten Fußballen eines und deſſelben Froſches.
1) Platindraht	— 2°	+ 4°	— 6°
2) Platinblech	0°	+ 4°	— 5°
3) Ueberſilberter Kupferdraht .	— 0,5°	— 24°	+ 14°
4) Meſſingdrähte	— 1°	+ 9°	— 6°
5) Ausgeglühter Stahldraht .	— 1°	— 12°	+ 3°
6) Zinkblech	— 1,5°	— 19°	— 21°

Hieraus erhellt, daß übersilberter Kupferdraht und Zinkblech unter den geprüften Metallen die größten Abweichungen ergeben — Data, die sich auch bei ferneren Versuchen bestätigten. Will man alle durch Amalgamirung und Oxydation des metallischen Leitungsstückes entstehenden Nebenverhältnisse vermeiden, so muß man mit dem Platin experimentiren, ist aber dann freilich genöthigt, auf die Erkenntniß kleiner Differenzen zu verzichten, weil einerseits der chemische Proceß fast Null ist und anderseits die Leitungsfähigkeit des Platins für elektrische Ströme nicht sehr hoch steht. Es läßt sich schon theoretisch erwarten, daß bei unmittelbarer Application der thierischen Theile an das leitende Queckſilber die Ausschläge viel bedeutender werden. Ein Frosch z. B., der bei Berührung seiner Mundspitze und seiner Fußfläche der rechten Seite mit übersilbertem Kupferdrahte + 12, mit Zinkblättern — 29° gab, erzeugte wenn man die genannten Theile an das Queckſilber der kleineren Näpfe unmittelbar anlegte, + 96°. Bei allen diesen, wie bei den folgenden Versuchen wurde übrigens derjenige Theil, welcher zuerst genannt wird, an den Pol des aufsteigenden, der andere an den des absteigenden Kupferdrahtes des Galvanometers applicirt.

Da die unmittelbare Application der thierischen Theile an das Queckſilber der kleineren Galvanometernäpfe sehr unbequem ist und überdieß auch sogleich von Neuem Verschiedenheiten entstehen, je nachdem nur das Queckſilber oder dieses und das Kupfer berührt werden, so muß man bei den mannigfachen, noch zu erwähnenden Vortheilen, welche das Queckſilber gewährt, diesen Uebelstand zu vermeiden suchen. Man kann dieses nun einfach dadurch erlangen, daß man zwei größere Glasgefäße mit Queckſilber füllt und diese mit den beiden Queckſilbernäpfchen des Galvanometers durch Platindrähte oder Platinblech in Verbindung setzt. Allein auf diese Art geht durch die geringere Leitung und Masse des Platins ein Theil der starken Wirkung verloren. So ergab der oben erwähnte Frosch z. B. bei dem Eintauchen in einen solchen Apparat eine Declination von höchstens + 25° bei Platindrähten, und + 54 bei Platinblechen. Es ist daher folgende Veränderung des Apparates zweckmäßiger. In zwei runde, 1½ Zoll im Durchmesser haltende Pappkästchen werden Löcher so gebohrt, daß die kleineren Queckſilbernäpfchen genau hindurch gehen und daß das Pappkästchen, mit Queckſilber gefüllt, nichts hindurch lasse, anderseits jedoch das Kupfer des kleineren Queckſilbernäpfchens rings umgeben. Man hat so Raum genug, um die thierischen Theile von der Berührung mit dem Kupfer frei zu erhalten, und erzeugt sogar eine noch größere Verstärkung. So ergab z. B. der oben erwähnte Frosch in diesem Falle eine Abweichung von + 120°. Da dieser Apparat in der Folge mehrfach gebraucht werden wird, so wollen wir ihn mit dem Namen der größeren Queckſilbernäpfe bezeichnen. Sollen die Experimente mit ihm exact ausfallen, so muß man nach jedem Versuche die Oberfläche des Queckſilbers von Wasser und anderen fremden Theilen reinigen. Das Erstere geschieht mittelst eines Stückchens Löschpapier, das Letztere am Besten mit dem Finger. Der Frosch wird, um die Ausschläge größer zu machen, mit destillirtem Wasser mittelst der Sprützflasche durchfeuchtet.

Trotz seiner mannigfaltigen Mängel ist der Queckſilberapparat mit den größeren Näpfen noch derjenige, welchen ich nach vielfachen eigenen Versuchen am meisten empfehlen kann. Metallische Platten oder einfache Drähte leisten,

wenn man die Berührungsflächen in Anschlag bringt, viel weniger. Der bekannte von Henry beobachtete Umstand, daß ein einfaches Zink-Kupferplattenpaar, wenn es durch einen eingeflochtenen Kupferdraht verbunden ist, größere physiologische Wirkungen hat und daher leichter Muskelzuckungen erzeugt, als bei einer Verbindung durch einen einfachen Kupferdraht, führte mich auf die Idee, solche eingeflochtene Kupferdrähte als Leiter zu versuchen. Ist ihre Oberfläche und ihr Gewicht genau das Gleiche, so leisten sie durchaus nichts mehr als einfache Drähte, obwohl die von mir angewandten Leiter der Art aus 22 Kupferdrähten von beinahe 2 Fuß Länge bestanden. Sind sie an Volumen oder Oberfläche (Drehung) unter einander ungleich, so sind sie, wie andere ungleiche Leitungen, nicht zu gebrauchen. Dabei haben sie noch den Nachtheil, daß sie durch ihre Capillarität Quecksilber aufsaugen und hierdurch einerseits die Näpfchen nach und nach entleeren, anderseits die Resultate trüben. Löthet man an ihren 4 Enden 4, zu je zwei gleich große und gleich schwere Kupfermassen, so verlieren sie noch von ihrer Wirkung, selbst wenn man, geleitet durch die Gesetze der Reibungselektricität, die mit dem thierischen Körper in Berührung kommenden, Kupferstücke breit schlägt und mit einer Reihe von Zähnen versieht. Am Besten ist es noch, die Enden so fest zusammen zu drehen, daß sie ihre Capillaraction verlieren und Spitzen bilden. Für die Anwendung fester Metalle fand ich es am Zweckmäßigsten, Kupferdrähte oder besser Zinkbleche von gleicher Länge auf der chemischen Wage genau zu tariren und dann bis auf gleiche in das Queckſilberamalgam zu tauchende Spitzen sorgfältig zu überfirnissen. Vor jedem Versuche muß man an destillirtem Wasserprüfen, ob auch beide Drähte vollkommen gleich gehen oder nicht.

Alle, in die Hunderte gehenden Versuche, welche ich anstellte, laufen auf das Resultat hinaus, daß die thierischen Theile, wenn sie als Erreger der Contactelektricität wirken, diese Kraft in so geringem Maße haben, daß alle, selbst die scheinbar kleinsten äußeren Momente, ihre Wirkung stören oder aufheben. Hierin liegt offenbar das ganze Räthsel der so unendlichen Schwankungen, welche in Betreff der Größe und der Richtung der Abweichungen wahrgenommen werden. In größerm Maße als von heterogenen thierischen Theilen gilt das Gesagte von heterogenen Hautstellen. Keine der Angaben, daß bei einem Frosche oder bei einem Säugethiere eine bestimmte Strömungsrichtung von den Füßen nach dem Kopfe vorhanden sei (Matteucci), daß solche Strömungen nach dem Tode in entgegengesetzte Directionen umschlagen (Puccinotti und Pacinotti) u. dgl. konnte ich irgend wie bestätigt finden. Operirt man mit festen Metallen als Leitern, so erhält man mit den unten zu erwähnenden Ausnahmen fast immer, selbst bei einem und demselben Thiere, keine constanten Richtungen der Abweichung, wenn man selbst beide Drähte oder Platten gleichzeitig an zwei verschiedene befeuchtete Hautstellen oder gleichartige innere Theile applicirt. Dagegen giebt der Queckſilberapparat mit den größeren Näpfen, wegen der durch die Flüssigkeit des Metalls gebildeten Vortheile, bei einem und demselben Frosche wenigstens in der überwiegenden Majorität der Fälle constantere Resultate. Ein Beispiel liefert folgende Tabelle, wo a den Fall bedeutet, bei welchem die Mundspitze in den Napf des aufsteigenden, die Füße in den des absteigenden Galvanometerdrahts tauchten, während bei b gerade das Umgekehrte stattfand. Die römischen, übergeschriebenen Zahlen bezeichnen die einzelnen mittleren und größeren Individuen von Rana esculenta, welche zu diesen Versuchsreihen dienten.

Versuche	I.	II.	III.	IV.	V.
1. a	+ 59°	— 8°	— 36°	— 15°	— 10°
2. a	+ 47°	» »	» »	» »	» »
3. a	+ 42°	» »	» »	» »	» »
4. b	— 43°	+ 42°	+ 19°	+ 20°	+ 14°
5. b	— 87°	» »	» »	» »	» »
6. b	— 30°	» »	» »	» »	» »
7. b	— 37°	» »	» »	» »	» »
8. a	+ 34°	— 16°	— 37°	— 11°	— 16°
9. b	— 14°	+ 40°	+ 10°	+ 34°	+ 14°
10. a	+ 34°	— 32°	— 14°	— 30°	— 14°
11. b	— 23°	+ 47°	+ 31°	+ 28°	+ 15°
12. a	+ 10°	» »	» »	» »	» »
13. b	— 16°	» »	» »	» »	» »

Es ergiebt sich hieraus, daß im Allgemeinen Kopf und Füße im Verhältniß zum Queckſilber einen contactelektriſchen Gegenſatz behaupten. Wir werden in der Folge noch auf Verſuche, welche angeblich eine conſtante Strömung von den Füßen nach dem Kopfe anzeigen ſollten, zurückkommen. Aus der obigen Tabelle ſieht man aber ſchon, daß der contactelektriſche Gegenſatz zwiſchen Queckſilber und der Haut der Mundſpitze und der Fußzehen bei verſchiedenen Fröſchen durchaus wechſelt, obgleich allerdings die Majorität der Fälle (II. bis V.) ſich dahin neigt, daß dann die Fußzehen poſitiv, die Mundſpitze negativ ſeien.

Ein ähnliches Verhalten, wie zwiſchen Mundſpitze und Fußzehen, findet zwiſchen den Vorderzehen und den Fußzehen Statt. In den meiſten Fällen können ohne Ausnahme die Vorderzehen durch die Mundſpitze und umgekehrt ſubſtituirt werden. In der folgenden, beiſpielsweiſe angeführten Tabelle bezeichnet a den Fall, wo Mundſpitze und Fußzehen, b Vorderzehen und Hinterzehen, c Fußzehen und Mundſpitze, d Fußzehen und Vorderzehen eintauchten.

Verſuche	I.	II.	III.
1. a	+ 23°	— 24°	— 54°
2. b	+ 53°	— 14°	— 45°
3. c	— 34°	+ 25°	+ 53°
4. d	— 28°	+ 54°	+ 66°
5. a	+ 35°	— 60°	— 42°
6. b	+ 53°	— 35°	— 35°
7. c	— 36°	+ 30°	+ 42°
8. d	— 49°	+ 17°	+ 40°
9. a	+ 34°	— 32°	— 33°
10. b	+ 51°	— 33°	— 24°
11. c	— 20°	+ 30°	+ 43°
12. d	— 40°	+ 15°	+ 53°

Alle hier zu erzielenden Declinationen fallen übrigens, ſie mögen ihrer Größe nach noch ſo verſchieden ſein, wie ſich erwarten läßt, weit größer aus, als wenn beide größeren Queckſilbernäpfchen durch andere unorganiſche (eine geringere Spannungsoberfläche erzeugende und weniger feuchte) Leiter in Verbindung geſetzt werden. So ergab ſich an demſelben Apparat, der zu den obigen Froſchverſuchen gebraucht wurde, bei Schließung durch Platindraht, Pla-

tinblech, überſilbertem Kupferdraht und Meſſingdraht 0°, durch ausgeglühten Stahldraht —1°, durch Zinkblech —2°, durch Eiſendraht und durch ein mit Salzwaſſer befeuchtetes Löſchpapier —3°. Daß auf die relativen Größen dieſer Ausſchläge ſowohl bei den einzelnen unorganiſchen Körpern, als vorzüglich bei den einzelnen Froſchverſuchen kein Werth zu legen ſei, verſteht ſich von ſelbſt.

Mittelſt des Queckſilberapparats mit größeren Näpfen laſſen ſich natürlich auch andere Hautſtellen auf ihre contactelektriſchen Verhältniſſe leicht prüfen. Doch darf man nie vergeſſen, daß die die beiden Queckſilberoberflächen berührenden Oberflächen des Froſches möglichſt gleich ſeien, weil man ſonſt nur Scheinreſultate erhält und die Nadel nach der Seite hin, welche eine größere Berührungsoberfläche hat, ausweicht. So zeigt ſich aus dieſem Grunde faſt immer die Bauchhaut im Verhältniß zur Bauchfläche der Unterſchenkelhaut, die Rückenhaut im Verhältniß zur Rückenfläche der Unterſchenkelhaut poſitiv.

Bei allen dieſen Verſuchen erſcheinen häufig noch mehre zu erwähnende Nebenverhältniſſe. 1) Wiederholt man, ohne eine neue Befeuchtung des Froſchtheils mit deſtillirtem Waſſer vorzunehmen, einen und denſelben Verſuch hinter einander mehre Male, ſo werden unter ſonſt gleichen Verhältniſſen die Abweichungen meiſtens geringer, weil das auf der Oberfläche des Froſches befindliche leitende Waſſer ſeiner ſpecifiſchen Schwere nach an die Queckſilberoberfläche tritt, und die Froſchoberfläche an den Berührungsſtellen daher allmälig vertrocknet. Bei neuer Befeuchtung mit Waſſer reſultiren dann wieder größere Declinationen. 2) Sehr oft bleibt die Nadel im Momente des Eintauchens ruhiger oder bewegt ſich langſamer und verſtärkt ihre Schnelligkeit einige Zeit nach dem Eintauchen bis zu dem Maximum ihrer Declination bedeutend. Es ereignet ſich auch häufig, daß ſie zuerſt etwas nach der andern Seite hingeht, um hierauf in der entgegengeſetzten Direction deſto ſchneller zu decliniren. Beſonders im Anfang einer Verſuchsreihe ereignet es ſich häufig, daß die erwartete Strömungsrichtung nicht eintritt, daß ſie ſich aber bald nach einmaligem Eintauchen in das Queckſilber einfindet und dann bleibt. Die Urſache dürfte darin liegen, daß die an der Froſchoberfläche haftenden fremden Körper die Einwirkung ſtören, daß jene dann durch das Queckſilber, gleich dem Waſſer, wenn nicht ihre Adhäſion überwiegt, entfernt werden, und daß dann erſt Froſchoberfläche und Queckſilberoberfläche in ein mehr conſtantes Contactverhältniß treten.

Gegen alle von früheren Autoren angegebenen Experimentirungsmethoden, um beſtimmte Strömungsrichtungen an der Haut des Froſches nachzuweiſen, laſſen ſich theils Einwendungen, welche die Reſultate zum Theil als illuſoriſch darſtellen, erheben, theils entgegengeſetzte Ergebniſſe anführen. Da die Contactelektricität ſelbſt, welche von den Hautſtellen erzeugt wird, ſo gering iſt, daß die durch Außenverhältniſſe entſtehenden Abnormitäten dieſelben überwiegen, ſo fallen alle Verſuche, bei welchen die Leitungsdrähte an Gewicht und Länge ungleich waren, von ſelbſt hinweg. Bei feſten metalliſchen Leitern überhaupt werden die Reſultate ſelbſt bei Beobachtung dieſer Vorſichtsmaßregeln ſo ſchwankend, daß durchaus nicht darauf zu geben iſt. Matteucci*) ſchlug, dieſes wohl fühlend, einen andern Weg ein. Er füllt vier Porcellangefäße mit leicht geſalzenem Waſſer, verbindet die beiden äußeren Gefäße durch Platinblätter mit den Queckſilbernäpfchen eines Gourjon'ſchen Galvanometers von 2500 Umgängen und mit den beiden inneren Gefäßen durch wohl durchfeuchtete Baumwollendochte; wenn nun die beiden inneren Gefäße durch einen ent-

*) Essai sur les phénomènes électriques des animaux. Paris 1840. 8. p. 75, 76.

häuteten Frosch verbunden werden, so entstehe immer eine Abweichung der Magnetnadel mit einer von den Füßen nach dem Kopfe gehenden constanten Strömungsrichtung. Von vorn herein läßt sich gegen die ganze Construction des Apparats einwenden, daß die Anwesenheit der beiden inneren Gläschen und deren Verbindung mit den beiden äußeren durch befeuchtete Baumwollendochte nur dazu dient, die Declinationen zu schwächen, ohne irgend einen Vortheil zu bieten. Man überzeugt sich auch leicht, daß sich die Abweichungen verstärken, wenn man die Froschtheile in die beiden äußeren Gläschen unmittelbar taucht. Allein auch in diesem Falle erreichen sie die durch den Quecksilberapparat mit den größeren Näpfen zu erzielenden Ausschläge bei weitem nicht. Hält man sich genau an den Matteucci'schen Apparat, so sind die Ausschläge, welche man bei Schließung durch den unversehrten Frosch erzeugt, nicht größer, als diejenigen, welche man durch Schließung vermittelst verschiedenartiger Metallbogen erzielen kann. Bei vergleichenden Versuchen zeigte sich, daß lebende oder eben getödtete oder schon 18 Stunden todte und in Wasser aufbewahrte Frösche sich in ihren Ausschlägen wie die schwächeren Metalle verhalten. Diese letzteren folgen aber in aufsteigender Reihe als Messing, übersilberter Kupferdraht, Platin, Stanniol, Eisen und ausgeglühter Stahl. Da bei Anwendung von Platin als Leitungsmetall der chemische Proceß sehr schwach ist, so läßt sich erwarten, daß andere Metalle, an dessen Stelle gesetzt, größere Declinationen hervorrufen werden. Am Zweckmäßigsten erwiesen sich in dieser Beziehung Zinkbleche und Eisendrähte. Allein man mag den Apparat auf alle erwähnten Arten modificiren, so ist die angeblich constante Strömung von den Füßen nach dem Kopfe nicht nur bei dem unverletzten, sondern auch bei dem enthäuteten Frosch nicht vorhanden, obwohl der enthäutete Theil allerdings im Gegensatz zu dem nicht enthäuteten die Neigung zeigt, als positiv aufzutreten. Als Beleg hierfür möge folgende mit Matteucci's Apparat gemachte Versuchsreihe dienen.

A. Der Frosch ganz unverletzt.

	I.	II.	III.	IV.
1. a Mundspitzen und Fußzehen . .	+ 2°	+ 2,5°	+ 7°	+ 7,5°
2. b Fußzehen und Mundspitze . .	+ 9°	+ 3°	0°	+ 1°
3. c Vorderzehen und Fußzehen . .	+ 1°	+ 1°	+ 2°	+ 1,5°
4. d Fußzehen und Vorderzehen . .	0°	+ 1,5°	+ 1°	0°

B. Die linke hintere Extremität enthäutet.

5. wie a	+ 2,5°	+ 3°	+ 5°	+ 6°
6. wie b	+ 0,5°	0°	0°	0°
7. wie c	0°	+ 0,5°	0°	− 1°
8. wie d	− 2°	− 1°	0°	+ 1,5°

C. Das Präparat wie B, nur daß nicht beide Füße, sondern nur der enthäutete mit dem Apparat in Berührung kam.

9. wie a	+ 2,7°	0°	0°	0°
10. wie b	0°	− 0,5°	0°	0°
11. wie c	+ 0,5°	+ 0,5°	+ 0,5°	+ 1°
12. wie d	0°	0°	+ 0,5°	0°

D. Mit beiden abgehäuteten Hinterfüßen.

	I.	II.	III.	IV.
13. wie a	+ 2,5°	+ 2°	+ 1,5°	+ 1°
14. wie b	− 1°	+ 1°	+ 1°	0°
15. wie c	0°	0°	− 1,5°	− 2°
16. wie d	0°	0°	0°	0°

E. Das Präparat wie D. Nur wurden jetzt die beiden mittleren Gefäße mit den Baumwollendochten ganz hinweggelassen und die Theile in die beiden äußeren Gläschen getaucht.

17. wie a	+ 6,5°	+ 7,5°	+ 10,5°	+ 3,5°
18. wie b	+ 2°	+ 4°	+ 4°	+ 4,5°
19. wie c	+ 2,5°	+ 2°	+ 2°	+ 1°
20. wie d	0°	0°	+ 1°	+ 1°

F. Das Präparat wie D, an den Queckſilberapparat mit den größeren Näpfen applicirt.

21. wie a	+ 96°	+ 85°	+ 110°	+ 98°
22. wie b	− 110°	− 85°	− 115°	− 82°
23. wie c	+ 105°	+ 55°	+ 70°	+ 65°
24. wie d	− 65°	− 85°	− 100°	− 65°

G. Derſelbe Froſch nach Entfernung der Haut des Kopfs, der vorderen und der hinteren Extremitäten an den Queckſilberapparat mit den größeren Näpfen applicirt.

25. wie a	+ 68°	+ 133°	+ 178°	+ 115°
26. wie b	− 123°	− 116°	− 130°	− 90°
27. wie c	+ 45°	+ 120°	+ 81°	+ 97°
28. wie d	− 55°	− 62°	− 65°	− 107°

H. Derſelbe Froſch ganz enthäutet.

29. wie a	+ 60°	+ 95°	+ 130°	+ 130°
30. wie b	− 107°	− 110°	− 145°	− 90°
31. wie c	+ 83°	+ 83°	+ 65°	+ 75°
32. wie d	− 60°	− 45°	− 76°	− 77°

Auch nach dem Abziehen der Haut verhalten ſich die Ausſchläge an dem Matteucci'ſchen Apparate, wie bei unverletzter Haut, d. h. die Declinationen bleiben immer ſehr gering und ſind größer, doch im Ganzen noch unbedeutend, wenn man ſelbſt die beiden inneren Gefäße mit den Baumwollendochten ganz hinwegläßt. Aus dieſen an dem Queckſilberapparat gewonnenen Erfahrungen ergiebt ſich aber, daß bei Fröſchen, welche in unverletztem Zuſtande eine Strömung von den Füßen nach dem Kopfe zeigen, dieſe Strömungsrichtung auch bisweilen conſtant bleibt, wenn man entweder nur die Haut der Füße, oder die der letzteren und des Mundes oder des ganzen Körpers entfernt hat. Nur daß dann, weil die contactchemiſche Wirkung größer wird, auch die Ausſchläge ſich vergrößern. Ich muß jedoch ausdrücklich bemerken, daß ich auch Fröſche fand, die bei unverletzter Haut am Kopfe, nach Enthäutung der Füße, an dieſen poſitiv waren.

Die durch Application der Muskel- und Sehnentheile, so wie der Gelenkflächen zu erzielenden Abänderungen der Declination können zunächst dahin gedeutet werden, daß sie durch veränderte chemische Wirkung entstehen. Allein offenbar kommt auch das statische Moment ins Spiel. Wir haben schon oben gezeigt, daß bei dem Eintauchen der Mundspitze oder der Vorderzehen in das eine, bei dem der Fußzehen in das andere Quecksilbergefäß bei sehr vielen unverletzten Fröschen ein von den Füßen nach dem Kopfe laufender, also centripetalen Strom entsteht, während die Strömung bei anderen Exemplaren gerade die umgekehrte ist. Meist bleibt aber die Richtung unter sonst gleichen Verhältnissen, wie sie sich zuerst angegeben, constant. Größtentheils waren die Individuen von Rana esculenta, welche centripetale Strömungen hatten, kleinere, die anderen größere. In der Regel verhielten sich die Vorderzehen gleich der Mundspitze. Ich fand aber auch und zwar größere Frösche, bei welchen dieses nicht der Fall war, sondern wo Eintauchen der Mundspitze und der Fußzehen centrifugale, Eintauchen der Vorzehen und Fußzehen centripetale Declinationen erzeugte. Die letzteren Ausschläge waren meist kleiner als die ersteren. Es läßt sich daher wohl denken, daß es so constituirte Frösche gäbe, bei welchen vorzüglich Eintauchen der Vorderzehen und der Fußzehen bei möglichst gleichen Eintauchungsflächen gar keine Declination der Nadel hervorruft. Hierfür spricht schon der Umstand, daß bei vielen Fröschen, meist solchen, welche kleinere Ausschläge liefern, es Unterschiede der Declination hervorruft, ob das Thier bei dem Eintauchen in das Quecksilber an seinem Rückgrathe mehr oder minder gebogen ist. Schneiden wir nun aber bei enthäuteten Fröschen gleiche Stücke von beiden hinteren Extremitäten ab, so ändern wir sowohl das chemische als das statische Moment. Bei manchen, meist größeren Fröschen ändern sich die constanten Ausschläge nicht eher, als bis die beiden hinteren Extremitäten gänzlich fortgenommen werden. Bei anderen erfolgt dieses schon nach Entfernung der beiderseitigen Fußzehen und Fußsohlen. Als Beleg des Gesagten diene die folgende Tabelle, wo bei dem kleinern Frosche Nr. II. eine centripetale, bei dem größern Nr. I. eine centrifugale Strömung mit ausnahmsweiser Stellung der Vorderzehen vorhanden war. a bezeichnet das Eintauchen der Mundspitze in den Napf des aufsteigenden, und der Fußzehen in den des absteigenden Galvanometerdrahts; b die umgekehrte Lage; c gleicht a und d gleicht b, nur daß statt der Mundspitze die Vorderzehen gebraucht wurden. Die Frösche waren, da diese Ströme sich, wie wir bald sehen werden, durch den Tod gar nicht ändern, vorher durch Opiumtinctur vergiftet worden.

A. Unversehrter Frosch.

		I.		II.	
1.	a	— 29	— 25	» »	» »
2.	b	+ 28	+ 41	» »	» »
3.	c	+ 19	+ 52	» »	» »
4.	d	— 50	— 14	» »	» »

B. Die vordere Hälfte enthäutet.

		I.		II.	
5.	a	+ 50°	+ 80°	» »	» »
6.	b	— 24°	— 43°	» »	» »
7.	c	+ 8°	+ 5°	» »	» »
8.	d	— 19°	— 20°	» »	» »

C. Gänzlich enthäutet.

		I.		II.	
9.	a	+ 83°	+ 100°	+ 62°	+ 55°
10.	b	— 24°	— 43°	— 40°	— 35°
11.	c	+ 8°	+ 5°	+ 15°	+ 28°
12.	d	— 19°	— 20°	— 25°	— 28°

D. An den unteren Unterschenkelgelenken exarticulirt.

		I.		II.	
13.	a	+ 114°	+ 114°	+ 45°	+ 55°
14.	b	— 133°	— 135°	+ 50°	+ 42°
15.	c	+ 70°	+ 60°	+ 40°	+ 54°
16.	d	— 104°	— 84°	+ 70°	+ 30°

E. An den Kniegelenken exarticulirt.

		I.		II.	
17.	a	+ 67°	+ 60°	+ 64°	+ 93°
18.	b	— 80°	— 85°	+ 45°	+ 40°
19.	c	+ 58°	+ 54°	+ 15°	+ 42°
20.	d	— 65°	— 25°	+ 29°	+ 43°

F. In der Mitte der Oberschenkel amputirt.

		I.		II.	
21.	a	+ 113°	+ 71°	+ 34°	+ 46°
22.	b	— 130°	— 110°	+ 98°	+ 72°
23.	c	+ 134°	+ 60°	+ 26°	+ 19°
24.	d	— 125°	— 58°	+ 43°	+ 78°

Erst nach vollkommener Exarticulation der beiden Oberschenkel ging bei Nr. I. die Regularität der Ausschläge vollkommen verloren. Uebrigens erklären sich die vorherrschend positiven Ausschläge bei Nr. II. D. E. F. dadurch, daß hier, wo das statische Moment seine Störungswirkungen viel früher zeigte, bei möglichst gleicher Oberfläche mehr muskulöse und sehnigte Theile, die sich, wie wir in der Folge sehen werden, in der Regel mehr positiv verhalten, eintauchten.

Es ist oft genug wiederholt worden, daß, wenn auch die durch Thiere zu erzielenden contactelektrischen Strömungen physikalischer Natur seien, die Lebensphänomene selbst doch einen Einfluß auf dieselben ausübten. Theoretisch ließe sich der Wechsel, welcher an der Hautoberfläche durch die Einsaugung und Ausdünstung, so wie durch den Athmungsproceß stattfindet, zur Unterstützung anführen. Allein die Erfahrung zeugt gänzlich dagegen. Der lebende Frosch hat durchaus dieselbe Strömung als der frische todte, und selbst wie der, welcher nach dem Tode Stunden lang in destillirtem Wasser gelegen hat. Ich habe diese Versuche mehrfach mit durchaus gleichem Erfolge wiederholt. Hat dagegen das todte Thier im Freien gelegen und ist es an einzelnen Stellen mehr vertrocknet, so entstehen auf diesem Wege Irregularitäten der Strömung. In dem folgenden Beispiele wurde der Frosch in seinem Normalzustande bestimmt,

dann durch Opiumtinctur betäubt und so in den Zustand versetzt, daß reflexive Bewegungen nach den geringsten äußeren Reizen entstanden, in diesem Verhältnisse untersucht, unmittelbar nach dem Tode wieder geprüft und endlich, nachdem er noch 18 Stunden frei gelegen, von Neuem geprüft. In dem letztern Falle war die Mundspitze vertrocknet. Daher auch bei ihr Irregularitäten entstanden.

	Gesunder Frosch.	Während der Betäubung.	Unmittelbar nach dem Tode.	18 Stunden nach dem Tode.
1) a. Mundspitze und Fußzehen . .	— 29°	— 15°	— 32°	+ 38°
2) b. Vorderzehen und Fußzehen .	— 15°	— 45°	— 15°	— 15°
3) c. Fußzehen und Mundspitze .	+ 29°	+ 20°	+ 46°	— 30°
4) d. Fußzehen und Vorderzehen .	+ 29°	+ 29°	+ 40°	+ 48°
5) wie a.	— 46°	— 24°	— 32°	— 20°
6) wie b.	— 30°	— 39°	— 37°	+ 28°
7) wie c.	+ 39°	+ 15°	+ 36°	— 24°
8) wie d.	+ 29°	+ 23°	+ 42°	+ 25°
9) wie a.	— 45°	— 45°	— 34°	+ 25°
10) wie b.	— 22°	— 48°	— 22°	— 35°
11) wie c.	+ 20°	+ 40°	+ 22°	— 33°
12) wie d.	+ 16°	+ 50°	+ 36°	+ 36°

Bei der ganzen Versuchsreihe wurde der Frosch unverletzt gebraucht, so daß die contactelektrischen Strömungen nur durch verschiedene Hautflächen erzeugt wurden. Ich habe mich übrigens vielfach überzeugt, daß auch bei theilweiser oder gänzlicher Enthäutung durch die oben genannten Veränderungen keine Veränderung der Strömungsrichtung hervorgerufen wird, so daß nicht nur die Lebensphänomene nicht den geringsten Antheil an ihnen haben, sondern der Verlust der durch kaltes Wasser ausziehbaren Materien keine Störung erzeugt.

So viele Vortheile auch der Queckſilberapparat mit den größeren Näpfen gewährt, so hat er doch den Nachtheil, daß er bei vielen, besonders kleineren und nahe liegenden Hautflächen nicht gebraucht werden kann. Man muß daher zu festen Metallleitern recurriren. Nach vielen Versuchen fand ich es am zweckmäßigsten, die Kupfernäpfchen des Galvanometers mit ziemlich gesättigtem Zinkamalgam zu füllen und als Leiter gleich lange, zweckmäßig gebogene Zinkbleche, die vorher auf der chemischen Wage genau tarirt, dann mit Eiweiß bestrichen, hierauf an zwei entsprechenden Enden abgefeilt und von Neuem tarirt worden sind, zu gebrauchen. Sind die Leiter gut, so müssen sie, gleichzeitig in destillirtes Wasser getaucht, gar keine oder höchstens eine Abweichung von 1 — 4°, die mit dem Wechsel der Zinkbleche bleibt, erzeugen. Auch ähnlich behandelte übersilberte Kupferdrähte können zu dem gleichen Zwecke brauchbar gemacht werden. Aus den so angestellten Versuchen ergeben sich dann folgende Gesetze:

1) Unter sonst gleichen Verhältnissen ist der Ausschlag um so geringer, je kleiner die Hautstelle ist, in welcher die beiden Pole der metallischen Leiter von einander abstehen. In welchem Verhältniß und ob überhaupt in gleichen entsprechenden Zahlen die Abweichungen wachsen, gelang mir nicht

zu ermitteln. So viel scheint aber aus den angestellten Versuchsweisen zu erhellen, daß die Abweichung weder in gleichem Verhältnisse, noch in dem Verhältnisse der Quadratzahlen der Distanzen zunimmt.

2) Genaue Application der beiden Leitungsdrähte an die entsprechenden Hautstellen zweier symmetrischer Körpertheile, z. B. derselben Punkte der Augendeckel, der Ellenbogen, der Kniee, der entsprechenden Zehen rufen entweder gar keine oder nur kleine Abweichungen hervor. Das Gesetz realisirt sich auch, wenn man auf der Mittellinie des Rückens oder des Bauches senkrecht stehende Querlinien zieht und an diesen von beiden Seiten gleiche Distanzen entnimmt. Haben mich nicht Nebenverhältnisse getäuscht, so scheint bei Berührung beider entsprechenden Punkte beider Oberschenkel die Abweichung sehr gering bis 0°, der Außenseite des einen und der Innenseite des andern Schenkels größer, und der Außenseiten und der Mitte des Querdurchmessers am größten zu sein. Doch müssen alle diese Versuche mit sehr vieler Umsicht angestellt werden, damit nicht durch Ungleichheit und Ungleichzeitigkeit des Aufsetzens der Leiter verwirrende Resultate entstehen. Eine andere Veranlassung zu Irrthümern erzeugt sich aus der Ungleichheit der Oberfläche selbst. Da der elektrische Strom auf kürzestem Wege längs der Oberfläche des Thieres hingeleitet wird, so wird der Versuch am reinsten ausfallen, wenn diese Oberfläche möglichst rein ist. Schneidet man daher ein Stück Haut aus, so wird bei nicht zu feuchter Oberfläche, wie es scheint, durch die Heterogeneität der freiliegenden Muskelsubstanz die Abweichung größer. Diese gleicht sich aber wieder mehr aus, wenn sich eine Wasserschicht auf der Oberfläche befindet.

3) Berührung entsprechender Punkte der Rücken- und Bauchfläche rufen fast immer Abweichungen hervor. Bisweilen stellen sich hier auch kleine Declinationen ein. Vergeblich suchte ich nach einem constanten Verhältniß zwischen Rücken- und Bauchfläche, obgleich ich mit kurzen und dünnen, langen und starken Platindrähten, Platinblechen, übersilberten reinen einfachen und überflochtenen Kupferdrähten, solchen, die mit Quecksilberamalgam überzogen waren, Messingdrähten, Stahldrähten und Zinkblechen operirte. Doch schien sich der größere Theil der Ausschläge in einer freilich nicht sehr überwiegenden Majorität so zu stellen, daß immer die Nadel nach der Bauchfläche sich hinlenkte.

4) In Betreff der Längendimension ließe sich erwarten, daß an einer Stelle ein Indifferenzpunkt existire. Bei größeren Fröschen fällt die Mitte der Länge in das hintere Drittheil des Oberschenkels. Man überzeugt sich aber leicht, daß in gleichen Distanzen von diesem Punkte sowohl, als von der Mitte der Länge des Rumpfes die Ausschläge nach Maßgabe der größeren Entfernung auch größer werden. Bei manchen Fröschen schien mir ein solcher Indifferenzpunkt in der Mitte der Länge des Schwanzbeines zu liegen. Dieses Verhältniß fehlte jedoch bei anderen durchaus.

5) Alle genannten Gesetze kehren in gleichem Maaße bei todten, nur nicht faulenden oder gänzlich oder theilweise vertrockneten, Fröschen wieder.

Bei der Kleinheit der meisten Froschtheile unterliegt es sehr vielen Schwierigkeiten, das contactelektrische Verhalten derselben zu bestimmen. Am zweckmäßigsten erwies sich noch, die zu prüfenden Theile auf einer chemischen Wage genau zu tariren, mit möglichst gleichen Oberflächen auf die Quecksilberoberflächen des größern Apparates zu legen und die Kette durch Platindraht zu schließen. Aus solchen Versuchen ergab sich, daß sich in der Majorität der Fälle die Muskelsubstanz im Verhältniß zur Haut positiv ver-

hielt, es mochten beide Substanzen von verschiedenen oder gleichen Theilen, von lebenden, enthaupteten und noch reizbaren, kurze Zeit vorher getödteten oder schon 24 Stunden todten Fröschen entnommen worden sein.

Bis jetzt wurde nur von den contactelektrischen Verhältnissen Eines Frosches gehandelt. Combination zweier Frösche der Art führt zu sehr unsicheren Ergebnissen und bisweilen zu Resultaten, welche der Erwartung entgegengesetzt sind. So z. B. gaben zwei größere Frösche, welche constante centripetale Strömungen der allgemeinen Regel nach darboten, so bald sie Kopf an Kopf und Füße an Füße zusammengebunden wurden, sehr unbedeutende constante Ausschläge, während bei umgekehrter Lagerung des einen gegen den andern die Declinationen sich vergrößerten.

Bei den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen bildet die trockene und selbst ein wenig befeuchtete Haut einen Isolator, so daß durch unmittelbare Application der Leitung an die trockenen Hautstellen die Kette noch nicht geschlossen wird und die Declinationen ausbleiben. Unterliegt aber die Untersuchung bei Fröschen schon vielen Schwierigkeiten, so häufen sich diese noch bei den Vögeln und den Säugethieren. Wegen der nicht leitenden Haut und der Größe der Individuen erweisen sich daher die meisten Versuche als inconstant. Bei Kaninchen schien mir, wenn ich die Hautstellen durchfeuchtete und so vorzüglich mittelst der Unterhautgebilde die Leitung herstellte, in der Majorität der Fälle der Kopf in Verhältniß zu den Fußzehen positiv zu sein. Auch nach der Abhäutung des Thieres blieb die Abweichung in derselben Richtung. Eben so scheint auch das seitliche Symmetriegesetz wie bei den Fröschen einzutreten. Wenigstens ergaben sich, wenn man das Thier vollständig enthäutet hatte, bei Application beider Füße mit möglichst gleichen Oberflächen sehr geringe Declinationen. Dagegen erschienen sie bei Eintauchung von beiden Fußgelenken oder beiden Kniegelenken größer. Auch die mit den größeren Distanzen sich vergrößernden Ausschläge scheinen hier meistens wiederzukehren; nur müssen die Theile wohl durchfeuchtet sein. Ist dieses nicht der Fall, so ergeben bisweilen selbst größere Entfernungen nur kleinere Abweichungen. Sämmtliche genannten Resultate wurden am Queckſilberapparat mit den größeren Näpfen gewonnen, da Leitung mit festen Metallen hier noch weniger brauchbar als bei Fröschen ist.

Natürlicher Weise müssen auch, wenn die menschliche Haut durchfeuchtet wird, dadurch, daß man so vermittelst der subcutanen und vorzüglich der subepidermidalen Gebilde die Leitung vollständig macht, Abweichungen erfolgen. Auch hier ist aber nur der Apparat mit den größeren Queckſilbernäpfen zu Rathe ziehen. Bei dem Eintauchen der mit destillirtem Wasser durchfeuchteten Fingerspitzen ergeben sich nur kleine Ausschläge. Etwas größer werden sie oft, sobald man entferntere Hautstellen applicirt. So erhielt man z. B. bei dem Eintauchen der Spitzen beider Zeigefinger — 4°, bei dem der Nasenspitze und des rechten Zeigefingers + 12° und bei dem der erstern und des linken Zeigefingers — 6°. Auffallend ist es, daß sich bei einzelnen Menschen bei dem Eintauchen der Fingerspitzen beider Hände die Nadel constanter nach der einen oder andern Seite hinwendet. Unter fünfzehn solchen Personen männlichen Geschlechtes ging sie bei sieben nach links, bei acht nach rechts.

Nach den Beobachtungen von Pfaff und Ahrends sollten gesunde Männer an dem Elektrometer größtentheils positive, Frauen häufiger negative Elektricität angeben. Bei Rheumatismus dagegen sollten alle diese Elektricitätserscheinungen verschwinden. Dieser zwischen beiden Geschlech-

tern angeblich stattfindende Unterschied unterliegt sehr gerechtem Zweifel. In der That fand auch H. Nasse bei Männern, wie bei Frauen, bei gesunden, wie bei kranken Menschen, positive Hautelektricität. Heidenreich will wieder in neuester Zeit beobachtet haben, daß bei verschiedenen Krankheitsprocessen die verschiedene Qualität der Hautsecrete und die wahrnehmbaren Elektricitätsverhältnisse in genauem Zusammenhange stehen. Bei saueren Absonderungen soll positive, bei basischen negative Elektricität frei werden. So die erstere bei sauerem Schweiße, Masern und hektischem Fieber, so wie bei dem Anfange von acutem Rheumatismus; die letztere bei Scharlach, Influenza und Wechselfieber. Bei Versuchen, welche ich mittelst eines sehr sensiblen Bohnenberger'schen Elektrometers anstellte, erschien bei Nichtisolation keine oder keine constante Abweichung. Trat man dagegen auf den Isolirschemmel, so zeigte sich bei drei Männern fast constant zuerst eine geringe positive, dann gar keine und oft zuletzt eine geringe negative Abweichung.

Die contactelektrischen Verhältnisse der einzelnen Gewebtheile sind schwer zu bestimmen, weil bei ihnen ebenfalls ihre Contactelektricität so gering ist, daß sie ebenfalls durch Außenverhältnisse ausgeglichen oder gar oft überwogen wird. Daß die von Bellingeri [1]) befolgte Experimentirungsmethode auf unrichtigen Principien beruht, hat schon Sterneberg [2]) mit Recht behauptet. Die Versuche des Letztern [3]) fielen in dieser Beziehung sämmtlich negativ aus. Um die Flüssigkeiten zu prüfen, bediente ich mich der Methode, daß ich zwei Gläschen mit destillirtem Wasser, das dritte mit der thierischen Flüssigkeit füllte. Wurden die beiden Wassergläschen durch tarirte Kupferdrähte mit den Quecksilbernäpfchen des Galvanometers und unter einander durch Kupferblech verbunden, so entstand eine constante Abweichung von — 4°. Wurde das eine Wassergläschen durch ein mit ganz frischem Arterienblute des Kaninchens gefülltes Glas ersetzt, so declinirte die Nadel 4 — 5 Mal stärker und bei allem Wechsel der Pole durchaus constant nach dem Gefäße mit destillirtem Wasser hin. Da aber hier das Resultat wegen des Verhaltens des Kupfers zu der thierischen Flüssigkeit und dem Wasser ein complicirtes sein mußte, so wurde in einer andern Versuchsreihe sowohl die Leitung von den Quecksilbernäpfchen zu den Glasgefäßen, als die Schließung der beiden letzteren untereinander durch befeuchtetes Fließpapier bewirkt. Bei bloßem destillirten Wasser an beiden Polen resultirte nur eine Declination von — 2° bis — 2,5°. Arterienblut des Kaninchens, an die Stelle des einen Wassergefäßes gesetzt, verstärkte die Abweichung um das 3 — 4fache, Urin desselben Thiers um das Zweifache bis gar nicht. Immer erschienen jetzt sowohl das Arterienblut, als der Harn in Verhältniß zu dem Wasser positiv, der Urin im Verhältniß zum Arterienblut negativ.

Die einzige sichere Methode, die feinen contactelektrischen Verhältnisse der festen thierischen Theile zu bestimmen, besteht darin, daß man dieselben auf einer chemischen Wage genau tarirt, und mit möglichst gleichen Oberflächen auf die Oberflächen des Quecksilbers des Apparates mit den größeren Näpfen legt. Die Ränder derselben ragen nach innen über das Quecksilber hinaus und werden so eingerichtet, daß sie möglichst gleiche Flächen einander zukeh-

---

[1]) Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino. Vol. XXXI. 295 — 318.
[2]) Experimenta quaedam ad cognoscendam vim electricam nervorum atque sanguinis facta. Bonnae 1835. 4. p. 13.
[3]) l. c. p. 14. 15.

ren. Ist dieses der Fall, so bringt man sie durch Verschiebung der Kupferbügel des Galvanometers in gegenseitige Berührung. Schon bei dem Frosche hatte sich auf diesem Wege ergeben, daß die Muskelsubstanz zur Haut positiv sei und daß sich dieses Verhältniß durch den Tod und selbst durch stundenlanges Liegen in destillirtem Wasser durchaus nicht änderte. Um nun aber nichts desto weniger für den Menschen so sichere Data, als möglich, zu gewinnen, experimentirte ich nicht an einer Leiche, sondern an einem eine Stunde vorher wegen Caries ossium tarsi amputirten Unterschenkel eines sonst wohl gebaueten 15jährigen Knaben. Es ergab sich

	Positiv.	Negativ.
1)	Muskel (Gastrocnemius) . . .	Innere Fläche der Haut.
2)	Muskel	Fett.
3)	Muskel	N. tibialis.
4)	Knochen	Muskel.
5)	Knochen	N. tibialis.
6)	Achillessehne	Muskel.
7)	Achillessehne	Arteria tibialis.
8)	Arteria tibialis	Muskel.
9)	Arteria tibialis	Innere Fläche der Haut.

Da nun das subcutane Zellgewebe, das Fett und die Nerven in Verhältniß zu den Muskeln, die Muskeln und Nerven in Verhältniß zu den Knochen, die Nerven, Muskeln und Arterien in Verhältniß zu den Sehnen, das subcutane Zellgewebe und die Muskeln in Verhältniß zu den Arterienhäuten die weniger dichten Substanzen sind, da sich überdies die dichteren thierischen Flüssigkeiten zu dem destillirten Wasser positiv verhalten, so scheint der Dichtigkeitsgrad ein sehr wesentliches, wo nicht das einzige Bestimmungsmoment für die positive Natur eines thierischen Theiles zu sein. Die dichtesten Körper dürften auch dann die positive Bahn eines von Außen her eintretenden Elektricitätsstromes leiten. Ist dieses richtig, so erklärt sich hieraus die bekannte Erfahrung, daß bei Leuten, welche vom Blitze getroffen, nicht aber dadurch getödtet worden sind, die Brandblasen längs der Mitte des Rückens, längs der Dornfortsätze oder der Wirbel überhaupt hinabgehen und am Schienbein und anderen großen Knochen wieder kehren. Meist erscheint hier die Verbrennung nur in der Haut. Allein die in der Nähe liegenden Knochenmassen dürften an ihr die Bahn bestimmen und so für die übrigen Gewebe des Körpers gleichsam als Blitzableiter wirken. Wenn dasselbe weniger am Kopfe der Fall ist, wenn sogar meist die Kopfhaut gänzlich verschont bleibt, so dürfte dieses der isolirenden Wirkung der Haare vorzugsweise zuzuschreiben sein.

2) Thermoelektrische Strömungen. Während bei den contactelektrischen Strömungen die Schließung der Galvanometerkette durch den zu prüfenden thierischen Körper oder Theil desselben unmittelbar erfolgt, müssen, um hier exacte Bestimmungen thermoelektrischer Strömungen zu gewinnen, geschlossene metallische Ketten selbst angewandt werden. Zu diesem Zwecke verfertigt man am besten sogenannte thermoelektrische Nadelspitzen mit endständiger Löthung, d. h. zwei Drähte von Platin oder von Kupfer werden an ihren beiden entsprechenden Enden mit einem Eisendrahte oder Zinkstücke so zusammengelöthet, daß jederseits eine Spitze entsteht und daß jede dieser Spitzen gleichviel von beiden Metallen enthält. Die beiden

dann noch freien Enden der Platin- oder Kupferdrähte werden in die Quecksilbernäpfchen des Galvanometers getaucht. Die Kette ist dann geschlossen. Wird die eine Spitze höher temperirt als die andere, so weicht die Magnetnadel um eine der Temperaturdifferenz entsprechende Größe ab. Dadurch wird es möglich, durch Eintauchen der Spitzen in thierische Theile die Wärmeunterschiede derselben von anderen Theilen und heterogenen Körpern zu bestimmen. Ueber die so erhaltenen Resultate siehe den Artikel über die thierische Wärme.

3) Vital-elektrische Ströme. Diese werden durch theoretische Betrachtungen gewissermaßen gefodert, während sie in der Erfahrung bei dem actuellen Stande der Wissenschaft und der zu Gebote stehenden Hülfsmittel nicht nachgewiesen werden konnten. Das theoretische Raisonnement läßt sich in Folgendem kurz zusammenfassen. 1) Da der thierische Körper aus einer Menge theils permanent, theils nach den verschiedenen Lebensthätigkeiten wechselnder, chemisch verschiedener Substanzen besteht, so müssen diese bei ihrem gegenseitigen Contacte elektrochemische Spannungen und Strömungen hervorrufen. Da nun durch die Variabilität des Bluts und der Secretionen und vielleicht durch die Processe der perpetuellen Ernährung die chemische Beschaffenheit der den Organismus constituirenden Substanzen wechselt, so müssen auch die ursprünglich physikalisch bedingten organoelektrischen Strömungen während des Lebens auf eine entsprechende Weise sich umändern. 2) Da das Nervenagens der motorischen Nerven für centrifugale Elektricitätsströmungen so äußerst empfindlich ist, daß geringe Ströme der Elektricität auch sogleich Contractionen hervorrufen, und man daher die Nerven des noch reizbaren Thiers für die feinsten Elektrometer angesehen hat; da ferner die elektrischen Ströme nur in den Richtungen der Strömungen des Nervenfluidums wirken, indem in einem gemischten Nerven centripetale elektrische Strömung bei dem Einströmen Schmerzensempfindung, centrifugale dagegen Bewegung erzeugte; da ferner die peripherischen Nervenprimitivfasern sich in Betreff der Leitung des Nervenagens so verhalten, wie mit Seide umsponnene und gefirnißte Kupferdrähte für das elektrische Agens: so läßt sich entweder annehmen, daß sich das Nervenagens zu dem elektrischen, wie Wärme und Magnetismus zu Elektricität verhalte, d. h., daß das Eine das Andere hervorrufe, oder daß in dem Nervenagens Elektricität thätig sei. In beiden Fällen müßten neuroelektrische Strömungen zum Vorschein kommen. Der erfahrungsmäßigen Prüfung beider Punkte aber stellt sich die Durchfeuchtung der Organe durch Flüssigkeit mit unüberwindlicher Tenacität entgegen, da eine Entfernung der Feuchtigkeit ohne Aufhebung der thierischen Functionen nicht möglich ist. Ob jedoch dieser Uebelstand, wie viele Physiker glauben, jede Wahrnehmung organisch-elektrischer oder neuroelektrischer Strömungen immer verhindern werden, ist noch die Frage. Wenigstens in Betreff der neuroelektrischen Strömungen läßt sich ein Wahrscheinlichkeitsbeweis angeben, daß die Feuchtigkeit kein absolutes Hinderniß bilden dürfte. Ein Zinkkupferplattenpärchen, z. B. von nur etwas mehr als einer Quadratlinie Durchmesser, gab, wenn es, frei liegend, durch zwei gleich tarirte, mit dem Galvanometer in Verbindung stehende Kupferdrähte geschlossen wurde, ungefähr 3½ Kreisumdrehungen der Magnetnadel, während bei unmittelbarer Schließung durch die Kupferbleche des Galvanometers 4 — 5 Umdrehungen resultirten. Wurde das kleine Plattenpaar mit Wasser überall bedeckt, so resultirten bei Schließung durch die eben-

genannten Kupferdrähte im Mittel $3^1/_{10}$ Umdrehungen. Wurde es in ein 3″ im Durchmesser haltendes Gefäß, in welchem destillirtes Wasser zu $1^1/_2$″ Höhe sich befand, gethan und dann auf gleiche Art geschlossen, so ergaben sich ungefähr $2^1/_2$ Umdrehungen. Endlich erhielt man bei gleicher Schließung nur im Mittel 160° Declination, wenn das kleine Plattenpaar in einem länglich-runden, 10″ langen und 8″ breiten Porcellangefäße, in welchem sich wieder eine $1^1/_2$″ hohe Wassersäule befand, lag. Die verhältnißmäßig so sehr bedeutende Wassermenge hatte also im Verhältniß zur größten Abweichung bei der Schließung durch die Kupferbügel des Galvanometers nur eine höchstens zwölffache Schwächung hervorgebracht. Obgleich nun die Wassermenge in den thierischen Theilen verhältnißmäßig lange nicht so groß ist, so müßten, wenn die durch die Befeuchtung der Organe resultirende Schwächung sogar 50 — 100 betrüge, an sensiblen Galvanometern noch neuroelektrische Strömungen wahrgenommen werden. Es scheint hieraus zu folgen, daß entweder gar keine solche existiren, oder daß andere Hindernisse existiren müssen, daß z. B. keine größere Strömung in einer Richtung stattfindet, sondern daß die entstehenden Minimaspannungen sogleich durch die Feuchtigkeit allseitig verbreitet und daher in ihren Tensionswirkungen aufgehoben würden. Dem sei nun, wie ihm wolle, so müssen jedenfalls mit allen zur Zeit möglichen Hülfsmitteln die Fragen der organoelektrischen und der neuroelektrischen Strömungen erörtert und die früheren Versuche kritisch geprüft werden.

a. Organoelektrische Strömungen in dem lebenden Körper. Schon oben bei Gelegenheit der contactelektrischen Strömungen haben wir die hierher gehörenden Hauptpunkte erörtert. Wir haben gesehen, daß durch die Spannung zwischen dem Queckſilber oder festen metallischen oder selbst anderen und nur durchfeuchteten Leitern und homogenen oder heterogenen thierischen Theilen kleinere oder größere elektrische Strömungen hervorgerufen werden. Es frägt sich nun, ob z. B. die verschiedenen Ausdünstungsverhältnisse durch die Variation ihrer Mengen und ihrer Qualität im Leben so influiren, daß durch sie Abänderungen der Strömungsintensität und der Strömungsrichtung hervorgerufen werden. Wir haben aber oben gesehen, daß die Strömungsrichtungen wenigstens, und, so weit sich dieses mit Wahrscheinlichkeit feststellen läßt, selbst die Declinationsgrößen durch den Tod und sogar durch mehrstündiges Liegen in destillirtem Wasser nicht geändert werden. Es bleibt daher nach unserm gegenwärtigen Wissen nur die Annahme übrig, daß die Differenzen der Hautausdünstung in den verschiedenen Lebenszuständen und nach dem Tode auf die Fähigkeit der Haut, contactelektrische Strömungen zu erregen und zu leiten, nicht influenziren. Da es, wie wir gesehen haben, weniger die chemische Differenz, als der Dichtigkeitsgrad zu sein scheint, welcher einem thierischen Theile in Verhältniß zu einem andern einen elektropositiven Charakter aufdrückt, so ließe sich höchstens erwarten, daß nur solche Secretionen, welche zu verschiedenen Zeiten ihren chemischen Charakter bedeutend ändern, auch variable elektrochemische Strömungsintensitäten oder Strömungsspannungen erzeugen werden. Allein auch dieses scheint selbst nicht der Fall zu sein. Wenigstens fand Matteucci [1]) dieselbe Abweichung, wenn die Drähte in Leber und Magen eines Kaninchens eingebracht wurden, die Säure des Magensaftes mochte vorhanden oder neutralisirt worden sein.

[1]) A. a. O. p. 86.

Schönbein [1]) hatte eine eigenthümliche Ansicht über diesen Gegenstand aufgestellt. Nimmt man an, daß die Organoelektricität der Thiere in voltaischer Form auftrete, und daß die Ströme, ähnlich den nach Ampère in Stahl und Eisen befindlichen Molecularströmen, nach allen Richtungen hin verlaufen, so können natürlich weder Tensionserscheinungen noch elektrodynamische Producte eines einzigen Stromes oder gleichgerichteter Ströme hervortreten. Es müßten dann lebende Thiere, unter den Einfluß eines Magneten gestellt, selbst zu Magneten werden. Ihre Molecularströme müßten dann gleich gerichtet werden. Sie müßten die Magnetnadel eben so wie Eisen afficiren. Bis jetzt gelang es aber nicht, durch magnetische Einflüsse ein Thier magnetisch zu machen. Die Mesmer'sche Hypothese, daß ein in dem magnetischen Meridian liegender Mensch selbst zum Magneten werde, hat sich nicht bestätigt. Die Anwendung der Magnete zu heilkünstlerischem Zweck leistet, wie jeder unbefangene Forscher deutlich sieht, Nichts. Auch alle Versuche, die ich in dieser Beziehung an Fröschen anstellte, fielen negativ aus. Berührt man den Kopf eines Frosches mit einem Pole eines Magneten, während ein Fuß oder beide Füße in den Quecksilbernäpfen des Galvanometers tauchen, so entsteht, außer den nothwendigen contactelektrischen Wirkungen keine weitere Bewegung der Nadel des Galvanometers. Auch eine frei herabhängende Magnetnadel wird dann nicht afficirt, vorausgesetzt, daß die Kraft des Magneten nicht so stark ist, daß er in der Distanz der Länge des Frosches auf die Nadel einwirkt. Dann erfolgen aber natürlicher Weise dieselben Effekte, wenn auch der Frosch gänzlich entfernt ist. Da die Einrichtung der magnetoelektrischen Drehmaschinen darauf beruht, daß sehr rasch hinter einander der Anker von dem Magneten losgerissen und wieder an denselben durch geeignete Lage und magnetische Attraction befestigt wird, so bewegte ich nach Beruhigung der Magnetnadel in ähnlicher Weise schwächere und stärkere Magnete an der Haut eines Frosches, dessen zusammengebundene Füße und zusammengeschnürte vordere Extremitäten in die Quecksilbernäpfe des Galvanometers tauchten. Auch hier war kein Resultat zu erzielen. Eine Zeit lang glaubte ich durch ganz schwache Magnete zu einem affirmativen Ergebnisse gelangt zu sein. Wenn ich nämlich einen kleinen Anker eines kleinen Magneten magnetisirte und ihn an die Mundspitze eines gebundenen Frosches hielt, dessen Fußzehen in die beiden Quecksilbernäpfe tauchten, so entstand eine entsprechende Abweichung von 1 — 2°, während, wenn ich das Magnetstückchen frei nach rechts oder nach links von dem Frosche hielt, diese geringe Declination ausblieb. Als wahren Grund dieses Scheinresultates glaubte ich aber später die größere Distanz des Magnetstückchens von der Nadel zu erkennen. Wurde der Frosch ganz hinweggenommen, und an den Ort, wo die Mundspitze gelegen hatte, das Magnetstückchen gehalten, so entstand auch eine geringe Declination.

Aus allem ergiebt sich, daß die gegenwärtigen physikalischen Hülfsmittel es nicht gestatten, eigene, von den Lebenserscheinungen abhängige elektrische Tensionserscheinungen und Strömungen nachzuweisen, und daß an den contactelektrischen Erscheinungen der thierischen Körper selbst das chemische Moment weniger als man bisher glaubte, das Bestimmungsmittel ausmache, daß vielmehr wahrscheinlich der Dichtigkeitsgrad eine sehr wesentliche Rolle hierbei spiele.

---

[1]) Beobachtungen über die elektrischen Wirkungen des Zitteraals. Basel 1841. S. 37 — 38.

b) Neuroelektrische Strömungen. Das Erscheinen neuroelektrischer Strömungen kann man an zwei Orte versetzen. 1) Läßt sich denken, daß das aus den Nerven in die Muskeln bei der Contraction der letzteren ausströmende Agens Elektricität selbst sei, oder daß es wenigstens die Fähigkeit habe, elektrische Strömungen zu erzeugen. Die Tensionsphänomene, welche so die Begleiter der Muskelreizbarkeit sein müßten, wollen wir mit dem Namen der elektrischen Neuro-Muscularströmungen belegen. Oder 2) das in den motorischen Nerven centrifugal, in den sensiblen und den sensuellen Nervenprimitivfasern centripetal strömende Agens ist entweder selbst Elektricität, oder hat die Fähigkeit, bei seiner Strömung auch elektrische Strömungen hervorzurufen. Diese Strömungen müßten dann reine neuroelektrische Strömungen genannt werden.

α. Neuromuskularströmungen. αα. Die einfachste Art, um diese, wenn sie existirten, zu finden, müßte die sein, daß man einen reizbaren Muskel durch zwei Metalldrähte oder auf andere Weise mit dem Galvanometer in schließende Verbindung bringt, hierauf, bis die Magnetnadel nicht mehr schwankt, abwartet und dann mittelst Glaspincetten den motorischen Nerven reizt. Am geeignetsten ist hierzu der Musculus gastrocnemius nach Galvani's Methode präparirter Froschschenkel. Allein erzielt man hier nie wahre und constante Abweichungen, man mag den Muskel isoliren wie man wolle, man mag die leitende Verbindung durch befeuchtetes Fließpapier, zwei Platindrähte, zwei Platinbleche, Kupferdrähte, Messingdrähte u. dergl. herstellen. Dasselbe negative Resultat erhält man, wenn man die beiden, z. B. aus Eisen und Kupfer zusammengelötheten Spitzen der zu thermoelektrischen Versuchen bestimmten Drähte anwendet oder einen Kupferdraht mit seiner einfachen Mittelspitze einsticht, während seine Gabelschenkel in die Näpfe des Galvanometers tauchen. Eben so negativ bleiben die Resultate, wenn man mit dem Galvanometer zwei Metalldrähte in Verbindung bringt, und das freie Ende des einen Drahtes in den M. gastrocnemius einsticht. Von zwei anderen Drähten, welche mit einer kleinen galvanischen Säule in Verbindung stehen, wird der eine Metalldraht mit dem zweiten Metalldrahte des Galvanometers, der andere ebenfalls mit dem M. gastrocnemius in Contact gebracht. Die Magnetnadel lenkt natürlich sehr bedeutend ab. Hat sie sich beruhigt, so erregt man durch Druck des N. ischiadicus Contractionen. Durch diese entstehen aber keine Declinationen. Auf die hier an dem Apparate mit den größeren Quecksilbernäpfen zu erzielenden Ergebnisse werden wir bald zurückkommen.

ββ. Schon weniger rationell ist es, die beiden Poldrähte in den Nerven und den Muskel zu stechen und durch Druck des Nerven oberhalb der Einstichsstelle Contractionen hervorzurufen. Auch hier sind die Ergebnisse durchaus negativ.

γγ. Eine noch weniger gerechtfertigte Methode besteht darin, die Pole in das Gehirn und einen Körpermuskel einzustechen und nun Contractionen zu erzeugen, weil man hier mit ganz unbekannten Werthen rechnet. Die neueren Versuche von Pacinotti und Puccinotti [1]) beruhen auf diesem schwankenden Boden. Die Verfasser sehen es als wesentlich an, daß der Leiter zugleich derjenige Theil sei, welcher in Gehirn und Muskel eingestochen werde. Sie bedienen sich daher als solcher der Platinbleche und erhalten, wie

[1]) Atti della prima riunione degli scienzati italiani; tenuta in Pisa nell' Ottobre del 1839. Pisa. 4. p. 258 — 260.

sich natürlich erwarten läßt, Declinationen von 15 — 60°, die nach ihnen immer in einer constanten Richtung von dem Kopfe nach den Muskeln erfolgen und sich von den contactelektrischen und thermoelektrischen dadurch unterscheiden sollen, daß sie mit Erregung des Thieres steigen, mit Blutverlust desselben sinken. Aehnliche Angaben lieferten Zantedeschi und Fario [1]), welche Leiter von Eisen- oder Silberdrähten gebrauchten, und nur Deviationen von 3 — 15° erhielten. Nach ihnen soll bei warmblütigen Thieren eine constante Hautströmung von den Extremitäten nach der Cerebrospinalaxe existiren, während ein innerer Strom umgekehrt verlaufe. Auch diese Tensionserscheinungen sollen mit Abnahme des Lebens und bei geringem Schmerze sich vermindern, bei willkürlichen und convulsivischen Bewegungen sich verstärken, bei heftigem Schmerze und nach dem Tode in die entgegengesetzte Richtung umschlagen. Gegen diese Angaben haben sich mit Recht die von der Turiner Naturforscher-Versammlung niedergesetzte Commission (Orioli, Majocchi, Belli, Buffalini, G. Frank und Arcangioli), sowie Beruti im Verein mit Botto, Girola, Bellingeri, Demarchi und Malinverni [2]) erklärt. Nach dem, was wir schon oben in Betreff der contactelektrischen Verhältnisse dargestellt haben, werden jene Ansichten ebenfalls widerlegt. Wir haben gesehen, daß die durch Thiere zu erhaltenden elektrischen Strömungen durch den Tod weder in der Richtnng noch wahrscheinlich in der Größe geändert werden, und daß die Constanz der Richtung selbst bei einer Species nach dem statischen Momente und anderen Verhältnissen eines und desselben Thieres variirte. Dazu kommt noch, daß die Application fester metallischer Leiter in jeder Beziehung so unsicher ist, daß auf solche Versuche, wenn sie sich nicht absolut beständig erweisen, gar nichts zu geben ist. Die Erfahrung von Folchi, daß Einstechen der Drähte in die graue und weiße Substanz des Rückenmarkes eine Deviation von 6° nach Westen erzeugen soll, ist einerseits nicht allgemein wahr, und beweis't andererseits Nichts.

δδ. Matteucci [3]) erzielt mittelst seines oben erwähnten Apparats mit den vier Salzgefäßen während der Muskelcontraction Abweichungen der Nadel des Galvanometers. Ich habe diese Versuche an demselben Apparate mit stärkeren und schwächeren Salzlösungen wiederholt und oft auch durch die Contraction mehr oder minder bedeutende Declinationen, bisweilen dagegen schwache oder gar keine erhalten. Was schon oben bei den contactelektrischen Verhältnissen gegen den Matteucci'schen Apparat bemerkt worden, wäre auch hier zu wiederholen. Zweckmäßiger erweis't sich wieder zu solchen Versuchen der Apparat mit den größeren Queckſilbernäpfen. Man präparirt einen noch reizbaren Froschschenkel so, daß alle Theile des Oberschenkels, mit Ausnahme des N. ischiadicus hinweggenommen werden, während Unterschenkel und Fuß entweder unverletzt bleiben oder nur abgehäutet sind. Nun legt man den Ueberrest des Oberschenkels oder den Unterschenkel auf die Queckſilberoberfläche des einen, den Fuß auf die des andern Gefäßes und läßt den N. ischiadicus frei herabhängen. Im Momente des Auflegens entsteht eine bedeutende Abweichung. Man wartet, bis die Nadel zur Ruhe gekommen und erzeugt hierauf dadurch Contractionen, daß man den N. ischiadicus mittelst einer Glas-

---

[1]) Bulletin de l'Académie royale de Bruxelles. 1840. II. p. 43 — 50.
[2]) Esperienze sulla esistenza delle correnti elettro-fisiologiche negli animali a sangue caldo. Torino. 1840. 8.
[3]) A. a. O. p. 75 — 85.

spitzenpincette drückt. Im Momente der Contraction entsteht eine neue Abweichung, die sich in günstigen Experimenten bis zu 60 — 100° steigern kann. Schon der Umstand, daß oft die Declination centripetal ist, zeugt dagegen, daß sie von neuroelektrischen Strömungen herrühren. Daß es aber bloß contactelektrische Verhältnisse seien, lehrt der Umstand, daß man eine ähnliche und selbst stärkere Abweichung erzielt, wenn man nur das Präparat mechanisch rüttelt, weil dann andere Theile des Queckſilbers (oder des Salzwassers) mit den thierischen Theilen in Berührung kommen, und so neue Spannungsverhältnisse entstehen. Alle Abänderungen des Versuches lassen sich auf dieses Princip reduciren. So giebt z. B. Eintauchen der Vorderfüße eines enthaupteten Frosches in das eine, der Hinterfüße in das andere Gefäß, sobald man durch Reizung des Rückenmarkes mittelst einer Glasspitze Zuckungen hervorruft, aus denselben Gründen starke Abweichungen.

εε. Der bekannte von Marianini zuerst beobachtete und leicht zu bestätigende Umstand, daß centrifugale galvanische Ströme, welche in den Körper eines Thieres oder eines Menschen eingeleitet werden, tetanische Krämpfe erzeugen, oder dieselben, wenn sie schon da sind, verstärken, daß dagegen centripetale Strömungen dieselben aufheben, muß natürlich bei Behandlung der neuromuskularen Strömungen die Aufmerksamkeit auf die tetanischen Zustände und die dieselben hervorrufenden Gifte leiten. Matteucci[1]) fand auch, daß der von ihm als eigenthümlich angesehene galvanometrische Strom während des Tetanus mangelte. Ich kann zwar nach meinen, am Queckſilberapparate angestellten Versuchen das Ausbleiben der Nadelabweichung während des Starrkrampfs nicht bestätigen, fand aber auch eine verhältnißmäßig bedeutend geringere Abweichung, als sich sonst erwarten ließe. Ich vergiftete Frösche, indem ich ihnen Strychnin in die Mundhöhle brachte. Sobald die tetanischen Krämpfe anfingen, legte ich das Thier mit der Mundspitze und den Fußzehen auf die beiden Queckſilberoberflächen und wartete ab, bis sich die Schwankungen der Nadel beruhigten. Traten nun Tetanusanfälle von selbst oder nach Reizung der Haut ein, so wich natürlich die Nadel jedoch verhältnißmäßig schwächer als früher ab. Noch bestimmter stellte sich der Einfluß des Tetanus heraus, wenn dieser nicht bloß einen Augenblick dauerte, sondern einige Zeit anhielt. Senkte man dann Mundspitze und Fußzehen in das Queckſilber ein, so entstanden Declinationen von meist nur 10°, während durch Eintauchen der beiden erwähnten Theile außerhalb der Krampfanfälle Abweichungen von 20 — 60° hervorgerufen werden. Wir werden weiter unten noch auf andere hier zu erwähnende Wirkungen zurückkommen.

ζζ. Bei allen bisherigen Versuchen wurde das Galvanometer als Prüfungsmittel der elektrischen Neuromuskularströmungen gebraucht. Legte ich an den Knopf eines Bohnenberger'schen oder eines einfachen Goldblattelektrometers, das sehr empfindlich war, den M. gastrocnemius eines präparirten Froschschenkels, und reizte mit einer Glasspitzenpincette den N. ischiadicus, so entstand in dem Momente der Contraction nicht der geringste Effect auf die Goldblättchen. Einerseits hatte man aber nicht versucht, ob unter dem Einflusse der Muskelcontraction, Eisen in den Stand gesetzt werde, Eisenfeilspähne anzuziehen. Anderseits hatte man nicht geprüft, ob nicht die Neuromuskularströmungen ohne Vermittelung von Elektricitätsströmungen im Eisen Magnetismus erzeugen könnten. Schon Vavas-

[1]) A. a. O. p. 82.

ſeur und Berandi wollten Nadeln magnetiſch gemacht haben, indem ſie dieſelben in Nerven eines lebenden Thieres ſteckten. Prévoſt [1]) ſtach eine feine Stahlnadel durch die Muskeln eines lebenden oder todten, noch mit Reizbarkeit verſehenen Froſches längs der Direction der Muskelfaſern ein, und brachte die frei hervorſtehende Spitze derſelben mit Eiſenfeilſpähnen in Berührung. Die Molecule der letzteren ſollen ſich dann, wie man unter der Lupe ſehe, durch den temporären Magnetismus der Nadel ſo ordnen, wie wenn ſie von einem Magneten angezogen würden. Wenn man bedenkt, welche magnetiſche Kraft zur Erzielung dieſes Ergebniſſes nothwendig ſei, ſo hätte man am Galvanometer ſchon längſt Spuren von Neuromuskularſtrömungen beobachten müſſen. In der That kamen auch ſowohl der Verfaſſer [2]) als Peltier [3]) bei Wiederholung der genannten Verſuche nur zu durchaus negativen Reſultaten.

ηη. Die von Berthold, W. und E. Weber an dem Gauß'ſchen Apparate angeſtellten Verſuche, beſchränken ſich auch auf negative Ergebniſſe. Die Verfaſſer ſahen nur die erzielten Declinationen vorzüglich als das Reſultat thermoelektriſcher und weniger als das elektrochemiſcher Einflüſſe an. Dagegen bemerkte Eduard Weber [4]), daß der Magnetſtab des Gauß'ſchen Apparates ſich, wenn ſich in deſſen Nähe ein Muskel zuſammenzieht, abweiche.

θθ. Da bei den gewöhnlichen Galvanometern dadurch, daß der Kupferdraht der Windungen an die beiden Bolzen angelöthet iſt, und in dieſen erſt die Kupferbleche haften, ein Theil der Wirkung verloren geht und dieſe Inſtrumente noch ſenſibler würden, wenn man mit den Kupferdrähten ſelbſt operiren könnte, da anderſeits es wiſſenſchaftlich wünſchenswerth war, einen genauern Apparat, als den von Prévoſt angewendeten, zu verſuchen, ſo ließ ich Bündel von zehn gleich langen und hufeiſenförmig gebogenen Eiſenſtäbchen mit acht Kupferdrähten, die vorher genau mit Seide umſponnen und mit Kopalfirniß beſtrichen waren, und von denen jeder 20 Fuß Länge hatte, umwinden. Die beiden Enden der Drähte wurden metalliſch gemacht, und zu Spitzen zuſammengedreht. Die Eiſenſtäbe ſelbſt legte man horizontal, und mit den freien Polenden 1 Zoll weit von dem Nordpole einer ſehr ſenſiblen aſtatiſchen Nadel, die über einen in 360° getheilten Kreis ſchwang, entfernt. Die Empfindlichkeit des Apparates war ſo groß, daß Schließung der beiden Drahtenden durch ein Zink-Kupferplattenpaar von 1 Quadratlinie Durchmeſſer eine Abweichung der Nadel um einen bis mehrere Grade erzeugte, und daß dann auch die Spitzen des Hufeiſens Eiſenfeilpartikelchen anzogen und dieſe durch Papier hindurch bewegten. Wurden beide Drahtſpitzen in einen Muskel oder in Nerv und Muskel geſteckt, ſo entſtanden auch noch deutlich wahrnehmbare Grade von Magnetismus. Nun präparirte ich reizbare Froſchſchenkel nach Galvani's Methode, ſteckte den einen Draht in den M. gastrocnemius, den andern durch den N. ischiadicus und wand den letztern um die Drahtſpitze herum, ſo daß ein Stückchen des obern Nervenendes noch frei blieb. Sogleich entſtand eine Abweichung der aſtatiſchen Nadel. Nun wartete man, bis dieſe ſich fixirte und kneipte dann das freie Ner-

---

[1]) Bibliothèque universelle de Genève. Tome XII. p. 206.
[2]) Repert. III. p. 40. 41.
[3]) Annales des sciences naturelles. Nouvelle Série. Zoologie. Tom. IX. p. 89–96.
[4]) Quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lipsiae. 1836. 4. p. 25. 26.

venstück mit der Glaspincette. Es erzeugten sich Contractionen, aber nicht die geringsten Veränderungen der Magnetnadel. Eben so negativ blieben die Resultate, wenn man die beiden Drahtspitzen in den Muskel oder in Muskel und Rückenmark steckte, oder wenn man den Muskel mit einer Spirale von 6—8 Umgängen des achtfachen Drahtes umwand; wurde es so unmöglich, directe electrische Strömungen zu erhalten, so ließ sich natürlich von Inductionsversuchen noch weniger erwarten. Um jedoch auch hier zu experimentiren, wurde ein 1 Fuß langer und 2‴ dicker Eisenstab auf die bekannte Faraday'sche Weise mit doppelten Drähten umsponnen. Man erhielt bei diesem Apparate mittelst einer aus zwei runden Zink-Kupferplattenpaaren von 3 Zoll Durchmesser bestehenden Säule, bei welcher destillirtes Wasser als Leiter angewendet wurde, einen inducirten Strom, der an dem Galvanometer 10—12° Declination gab. Tauchten aber die zwei Enden des Einen Drahtes in das Quecksilbernäpfchen des Galvanometers, während die beiden Enden des andern Drahtes in den Muskel gesteckt wurden, so entstand, sobald man den N. ischiadicus drückte und so Contractionen erregte, am Galvanometer auch nicht die geringste Spur eines inducirten Stromes. Eben so negativ blieben die Resultate, man mochte die Drähte um den Muskel herumlegen, in Muskel und Nerv oder in den Nerven allein stecken.

ιι. Daß der Frosch mit anderen Körpern die Eigenschaft theilt, die bekannten Peltier'schen secundären Ströme hervorzurufen, dürfte wohl kein vorurtheilsfreier Naturforscher als Beweis für die Existenz von Neuromuskularströmungen ansehen.

χχ. Es blieb noch zu untersuchen, ob die etwa existirenden Neuromuskularströmungen im Stande wären, chemische Zersetzungen hervorzubringen. Ich legte daher einen befeuchteten Streifen von Jodkaliumpapier, von dessen leichter Braunfärbung am positiven Pole einer kleinen galvanischen Kette ich mich vorher überzeugt hatte, auf eine Glasplatte, auf welcher sich auch der Frosch befand, steckte zwei Platindrähte in den Musculus gastrocnemius des lebenden Thieres und ließ die beiden anderen Enden des Platins auf dem Jodkaliumpapier ruhen. Dieses letztere war so empfindlich, daß es auf eine Zinkkupferplatte von einer Quadratlinie Durchmesser sogleich reagirte. Meistentheils entstand bei dem obigen Froschversuche keine Zersetzung. Allein in einigen Fällen zeigte sie sich, wenn ich das Jodkaliumpapier mit starker Jodkaliumlösung durchfeuchtet hatte, daß nur eine sehr dünne Flüssigkeitsschicht an der Oberfläche war, die beiden Platindrähte mit ihren Enden darauflegte, und nun den M. gastrocnemius, sei es vom unverletzten Thiere oder vom Rückenmarke aus, oder von dem N. ischiadicus aus zu rasch auf einanderfolgenden Contractionen reizte. Es entstand in der Umgebung des Platindrahtes eine schwache bräunlich gelbe Färbung der Flüssigkeitsschicht, die, gleich der braunen, durch stärkere elektrochemische Wirkungen bewirkten Färbung, an der Luft wieder verschwand. Legte ich zwischen dem umgebogenen N. ischiadicus und dem M. gastrocnemius Jodkaliumpapier, so begann schon durch die elektrochemische Spannung chemische Zersetzung. Ob sie, während man den Hüftnerven drückte, stärker wurde oder nicht, ließ sich nicht entscheiden. Wurden dagegen die Contractionen durch eine galvanische Zinkkupfersäule hervorgerufen, so entstanden meist Zersetzungen, die jedoch sich bedeutend verstärkten, wenn die Pole der Säule ohne Vermittelung des ableitenden thierischen Körpers auf das Papier wirkten. Hierher gehört auch noch

ein Versuch von Matteucci [1]). Die Achillessehne einer lebhaften und präparirten Froschextremität wird mit Josephspapier, das mit Jodkaliumlösung getränkt ist, umwickelt. Dadurch, daß man den Unterschenkel gegen den Hüftnerven zurückbiegt, erzeugt man eine Reihe von Zuckungen. Nach einigen Secunden entsteht an den Nervenfäden eine gelbliche Farbe, so daß dann die positive Strömung von dem Nerven zu dem Muskel gehen würde. Einfache Eintauchung des N. ischiadicus in Jodkaliumlösung färbt diesen letztern nicht. Ich habe den Versuch wiederholt, erhielt aber, ich mochte die Contractionen nur durch den Muskel oder durch den Druck des Nerven bewirken, keine Färbung des Nerven, dagegen allerdings eine äußerst schwache braungelbliche Teinte an der Seite, wo der Nerv auflag, während die, welche den Muskel berührte, weiß blieb. Die Färbung war bald verhältnißmäßig ziemlich intensiv, bald nur im Minimum vorhanden und fehlte auch oft gänzlich. Jedenfalls ist es auffallend, daß, da sonst, wie wir gesehen haben, der Muskel gegen den Nerven positiv ist, die Spur chemischer Zersetzung an diesem und nicht an jenem erscheint. Entweder ändert das Jodkalium als chemischer Körper die geringen Contactgegensätze um, oder es findet durch die Contraction eine eigene Spannung Statt, welche ein Minimum von Zersetzuug, wie durch den positiven Pol der Säule, hervorruft. Die erstere Annahme dürfte vielleicht noch dahin erläutert werden können, daß das Kalium des Jodkaliums die negative Stelle bestimme. Da nun die Contactspannungen der thierischen Körper überhaupt so äußerst gering sind, und die Berührungsoberfläche am Muskel und die Durchtränkung desselben mit Kali verhältnißmäßig größer ist, als am Nerven, so werde jener eben dadurch negativ, so daß der Nerv als positiver Pol und bräunend auftrete. Dazu könnte noch angeführt werden, daß ich bisweilen, wenn ich bei todten Fröschen feuchtes Jodkaliumpapier auf dem M. gastrocnemius und auf diesem den Hüftnerven liegen ließ, geringe Spuren von bräunlicher Färbung auf Seite des Nerven, nicht aber des Muskels wahrzunehmen glaubte. Jedoch läßt sich wiederum dagegen sagen, daß bei Prüfungen am Galvanometer, welche nach der oben bei den contactelektrischen Erscheinungen beschriebenen Methode vorgenommen wurden, der Muskel zum Nerven positiv blieb, man mochte ihn allein oder den Nerven allein oder beide mit Jodkaliumlösung imprägniren.

β. Reine neuroelektrische Strömungen. Hier sollte das in dem Innern der Nervenprimitivfasern selbst während der sensuellen und sensiblen Actionen centripetal, während der Bewegung centrifugal strömende Agens im Stande sein, elektrische oder magnetische Strömungen hervorzurufen oder elektrochemische Zersetzungen zu erzeugen. Als Gründe, welche zu Versuchen über diesen Punkt anregen, können 1) die Aehnlichkeit der isolirten Leitung des Nervenfluidums in den peripherischen Primitivfasern mit der isolirten Leitung elektrischer Ströme in Drähten, welche mit Seide umsponnen oder auf andere Weise isolirt sind; 2) die so sensible Erregung der Strömungen des Nervenfluidums durch elektrische Ströme; und 3) das noch weiter unten zu besprechende Gesetz, daß die Richtungen der eingeleiteten elektrischen und der Neurofluidalströmungen zusammenfallen, daß centripetale elektrische Ströme Schmerz, centrifugale Bewegung erregen. Auf den ersten Blick dürften aber zwei Umstände alle Bemühungen der Art vergeblich zu machen scheinen. 1) Die Feuchtigkeit der thierischen Theile. Denn isoliren wir auch den Nerven gänzlich und legen ihn auf

[1]) A. a. O. p. 79.

eine Glasplatte, so können wir es doch nicht verhindern, daß das in ihm enthaltene Wasser ableitend wirke, die Strömung weiter nach den anderen Theilen verbreite und ihre Effecte auf das Galvanometer entweder ganz aufhebe oder wenigstens sehr bedeutend schwäche. 2) Da die Scheide der peripherischen Primitivfasern für das Nervenfluidum isolirend wirkt, so könnte sie vielleicht sich auf gleiche Art gegen die den Nerven berührenden Leiter verhalten. Nun ist es aber unmöglich, daß wir den Leiter in den Primitivfaserinhalt einbringen. Wir können daher auch nicht das Galvanometer mit den Strömungen des Nervenfluidums in andere als mittelbare und vielleicht isolirende Berührung bringen. Es bliebe daher Nichts übrig, als die Versuche da, wo keine Isolation der Primitivfasern stattfindet, d. h. am Gehirn und Rückenmark zu machen. Hier trete jedoch wieder die unabweisliche Feuchtigkeit als unwiderstehliches Hinderniß entgegen. Gegen diese beiden Arten von Einwendungen lassen sich aber auch Gegenfacta und Gegengründe vorbringen. Wir werden bald sehen, daß durch eine einfache Versuchsmethode die Ableitung der Feuchtigkeit ohne wahrscheinliche gänzliche Aufhebung der Strömung des Nervenfluidums eliminirt werden kann. Es müßten daher Versuche der Art wenigstens am Gehirn und vorzüglich am Rückenmarke gelingen, wenn selbst die Isolirtheit der peripherischen Primitivfasern einen unübersteiglichen Damm entgegensetzte. Daß das Letztere aber nicht der Fall sei, dafür ließen sich zwei Gründe anführen. 1) Werden die von Außen eingeleiteten elektrischen Ströme durch die isolirenden Scheiden der peripherischen Primitivfasern weder abgehalten, noch in ihrer Richtung verändert. 2) Sehen wir, daß, wo eine elektrische Strömung in eine magnetische umgewandelt wird, die Isolation der erstern das freie Erscheinen der letztern durchaus nicht stört. Das Eisen, welches sich in der Nähe des langen, mit Seide umsponnenen und gefirnißten und isolirten Kupferdrahts befindet, wird, wenn durch den letztern ein elektrischer Strom durchgeht, auf der Stelle magnetisch. Es ist daher jedenfalls, so viel Gründe sich auch a priori dafür und dawider anführen lassen, wenigstens experimentell zu prüfen, ob reine neuroelektrische Ströme vorhanden seien oder nicht.

αα. Die bis jetzt gangbare Methode bestand darin, daß man zwei Platindrähte, welche in die Quecksilbernäpfchen des Galvanometers tauchten, mit ihren freien Enden in zwei longitudinal distante Punkte des Nerven steckte und nach Beruhigung der Magnetnadel die motorischen Primitivfasern des Nerven oberhalb der Einstichsstelle reizte. Die früheren Versuche von Person, Joh. Müller, dem Verfasser, Breschet und Becquerel, Bischof und Joly fielen durchaus negativ aus. Ich habe dasselbe Experiment an dem oben erwähnten sehr sensiblen Schröder'schen Galvanometer mit Platinblechen, kurzen und 1½ Fuß langen und ½ Linie dicken Platindrähten wiederholt. Die Magnetnadel zeigte, während die heftigste Contraction erfolgte, auch nicht ein Minimum von Bewegung. Dieselben negativen Resultate erfolgten, wenn an einem enthaupteten Frosche alle Theile des Oberschenkels bis auf den N. ischiadicus entfernt, die beiden Platindrähte in den Nerven, seiner Längendistanz nach eingesteckt und durch Reizung des Rückenmarks mittelst eines Glasstabes Convulsionen erzeugt wurden.

ββ. Bekanntlich verläuft der durch eine elektrische Strömung erregte magnetische Strom nicht in gleicher Ebene mit jener, sondern in einer Direction, welche auf der erstern senkrecht steht. Nun haben wir oben bewiesen,

daß auf die ganz gleiche Weise die während der Entladung ſtattfindende elektriſche Strömung der Zitterfiſche auf der Strömungsebene des Nervenfluidums ſenkrecht iſt. Man könnte ſich daher denken, daß, indem die Strömung des Nervenfluidums elektriſche Spannungsſtrömungen erzeugte, etwas Aehnliches ſtattfinde. Die beiden Drahtſpitzen müßten daher mit ihrer kürzeſten Diſtanz die longitudinale Richtung der Primitivfaſern ſenkrecht ſchneiden, wenn Effecte am Galvanometer wahrgenommen werden ſollten. Deshalb umwickelte ich den iſolirten N. ischiadicus mit feinem Kupferdraht, deſſen beide Enden in die Queckſilbernäpfe des Galvanometers tauchten. In anderen Verſuchen nahm ich feinen mit Seide umſponnenen Kupferdraht und bildete entweder eine einfache Querſchlinge um den Nerven oder umſpann dieſen ſpiralig. In allen dieſen Fällen entſtanden, wenn ich den Nerven oberhalb der Druckſtelle reizte, gar keine oder nur eine äußerſt ſchwache, nicht 1° betragende und deßhalb kaum in Anſchlag zu bringende Abweichungen.

γγ. Da, wie ſchon oben bemerkt wurde, die in dem Nerven enthaltene Feuchtigkeit, wenn dieſer auch immerhin auf einer trocknen Glasplatte möglichſt iſolirt iſt, die elektriſchen Strömungen leiten müßte, ſo unterſuchte ich abgeſchnittene Nerven, deren dem Centrum näheres Ende gereizt wurde. Daß keine Muskeln mehr vorhanden waren, konnte, da durch das Durchſchneiden nicht augenblicklich alle Reizbarkeit ſchwindet, für die Wahrnehmung reiner neuroelektriſchen Strömungen Nichts ausmachen. Alle Reſultate fielen durchaus negativ aus, obgleich ich mit freien Longitudinal- oder Querdrähten, einfachen oder umwickelten Dräthen operirte oder den Nerven ſelbſt ſpiralig um den geraden Draht herumwickelte. Eben ſo wenig erhielt ich durch die gleichen am iſolirten Rückenmarke der Fröſche angeſtellten Verſuche ein Ergebniß. Hier rührte ſich die Nadel ſogar in allen Fällen nicht im mindeſten.

δδ. Da Ligatur eines Nerven den weitern Fortgang des Nervenfluidums hemmt, und es ſich daher zwiſchen der Reizungs- und der Unterbindungsſtelle anhäufen muß, ſo experimentirte ich mit unterbundenen Nerven. Es blieben aber auch dann alle Verſuche gleich negativ.

εε. Auch mit thermoelektriſchen, aus Kupfer und Eiſen zuſammengelötheten Drähten mit endſtändigen Löthungsſtellen angeſtellte Experimente, die ich ſowohl zur Prüfung von reinen neuroelektriſchen, als von Neuromuskularſtrömungen anwandte, fielen negativ aus. Eben ſo negative Ergebniſſe reſultirten, wenn man zwei überſilberte Kupferdrähte in ihrer Hälfte zu Einem Drahte zuſammenflocht, die beiden gabeligen Enden in die Queckſilbernäpfe des Galvanometers tauchen ließ und das einfache Ende in den Nerven ſteckte.

ζζ. Endlich wiederholte ich alle eben angeführten Modificationen des Verſuchs ſowohl mit dem N. ischiadicus als mit dem Rückenmarke an dem Queckſilberapparate des Galvanometers ſelbſt. Meiſt erfolgte keine Ablenkung der Nadel, wenn das Rückenmark oder der Nerve gedrückt wurden. Allein bisweilen trat eine ſolche ein. Die Theile wurden auf die Queckſilberoberflächen gelegt. Der Druck auf den Nerven wurde erſt angebracht, als die Magnetnadel ſich vollkommen beruhigt hatte. So z. B. wich in einem Falle die Nadel nach dem Auflegen um + 20,5° ab, ruhte auf + 12° und rückte bei Druck des Nerven bis 15,5°. Obgleich hier daſſelbe gilt, was von der Contactelektricität bemerkt worden, und daher der Queckſilberapparat den Apparaten mit feſten metalliſchen Leitern vorzuziehen iſt, ſo bin ich doch weit entfernt, auf jene Abweichungen deßhalb Schlüſſe zu bauen,

weil sie einerseits öfter fehlen, als vorhanden sind, und weil der Apparat, wenn er gut eingerichtet ist, eine solche Empfindlichkeit hat, daß die geringste Verrückung der organischen Theile und die dadurch erzeugte neue Berührung und Spannung Declinationen hervorruft.

ηη. Alle obigen Versuche wurden auch, gleich den neuroelektrischen, mit dem oben beschriebenen umsponnenen Hufeisen wiederholt. Die Resultate waren durchgängig negativ.

Resumiren wir nun alle Ergebnisse, so müssen wir aus ihnen den Schluß ziehen, daß die Physik noch kein sicheres Mittel an die Hand giebt, Neuromuskularströmungen oder die in dem Nerven sich fortpflanzenden Wellen des Nervenfluidums in elektrische und diese in magnetische umzuwandeln, oder richtiger gesagt, die einen durch die anderen zu erregen oder durch die erzeugten elektrischen Strömungen chemische Zersetzungen hervorzurufen. Gleich neckenden Irrlichtern traten bei den zahlreichen Versuchen einzelne Spuren auf, die sich jedoch theils nicht allgemein bewährten, theils auch in anderen Ursachen ihren Grund haben konnten, theils immer nur unbestimmte Fingerzeige liefern. Zu den inconstanten Erscheinungen gehören die bisweilen vorkommende schwache Zersetzung des Jodkaliums oder der Jodkaliumstärke durch Muskelcontraction, die jedoch vielleicht in der durch Reibung erhöhten galvanischen Thätigkeit ihren Grund haben kann, die an dem Queckſilberapparate durch Druck des Nervens wahrgenommenen geringen Abweichungen, welche jedoch durch mechanische Verrückungen entstehen können, und die nach Weber erscheinenden Schwankungen des Magneten des Gauß'schen Apparats, wenn sich in dessen Nähe ein Muskel zusammenzieht. Bedenkt man, daß die Haut ein so kräftiger Isolator ist, so hat es nicht viel Wahrscheinliches, daß die entstehenden Strömungen, wenn sie gar existirten, so nach Außen wirkten, daß Bewegungen des Magneten entständen. Zu Fingerzeigen dürften eher die Verhältnisse des Tetanus und des Strychnins führen. Da bei dem Starrkrampfe oft die Abweichungen viel geringer gefunden wurden, als bei gesunden oder nicht in Tetanus befindlichen Fröschen, so dürfte hier wenigstens Ein Factum entgegentreten, wo durch Neuromuskulaturverhältnisse Veränderung der Contactelektricitätsströmungen eintreten. Im Betreff des Strychnins hatte ich in einer ersten Versuchsreihe gefunden, daß Frösche, bei welchen ich vorher die constanten contactelektrischen Verhaltnisse bestimmt und die ich dann mit Strychnin vergiftet hatte, ihre Strömungsrichtung entweder bei unverletzter Haut oder nach dem Abziehen derselben umkehrten. Allein nachdem ich dieses Gesetz bei 144 Galvanometer-Bestimmungen constant gefunden zu haben glaubte, stieß ich später auf solche Ausnahmen, daß ich an der Richtigkeit des scheinbar Gesetzlichen sehr zweifelte, da sich einerseits bei anderen Fröschen die Umkehrung nicht zeigte, anderseits, wie schon oben bemerkt wurde, auch bei anderen Fröschen das bloße Abziehen der Haut die Polaritäten umändert und die positive Rolle den Füßen zuwendet. In seinen contactelektrischen Verhältnissen ist das Strychnin im Verhältniß zu destillirtem Wasser, zu Muskeln und vielleicht den Nerven elektropositiv, im Verhältniß zu concentrirter Kochsalzlösung negativ. Hätte es aber auch, was sich jedoch nicht beweisen läßt, eine eminentelektropositive Eigenschaft, so würde dieses zwar das Erscheinen der centrifugalen Nervenströmungen und der Krämpfe gewissermaßen erklären, bewiese aber Nichts für die vorliegende Frage, da dann durch den Contact des Strychnins mit den weichen thierischen Theilen ein elektropositiver centrifugaler Strom entstände.

Es bleibt daher als Hauptgrund der Vermuthung, daß durch Strömungen des Nervenfluidums auch elektrische Ströme erzeugt werden können, die große Empfindlichkeit der Nerven gegen Elektricität. Wir wissen, daß die Strömungen des Lichts, der Wärme, des Magnetismus, der Elektricität und der chemischen Zersetzung unter gewissen Bedingungen einander erregen. Wir sehen, daß elektrische Ströme Strömungen des Nervenfluidums hervorrufen. Der Schluß, daß auch das Entgegengesetzte stattfinden könne, hat so viel Fesselndes, daß wir mit mehr Wahrscheinlichkeit die unzureichenden Mittel der gegenwärtigen Physik, als die Unmöglichkeit jener Umwandlung für den Grund der bisher fast stets negativen Versuchsresultate anzusehen geneigt werden. Diese Annahme wird noch durch die Geschichte der Elektricitätserkenntniß der elektrischen Fische unterstützt. Als schon der Elektromagnetismus entdeckt, als schon das Galvanometer erfunden war, neigte sich einer der ersten Physiker und Chemiker Englands, H. Davy, nach seinen am Zitterrochen angestellten Untersuchungen zur Annahme einer eigenen organischen Elektricität hin. Wenige Jahre später entfernten die Bemühungen zahlreicher Physiker jeden scheinbaren Unterschied zwischen der physikalischen Elektricität und der der Zitterfische. Es könnte sich leicht dasselbe in Betreff der neuralen oder Neuromuskularströmungen wiederholen. Ich bin individuell überzeugt, daß man früher oder später eine Methode finden wird, um durch die Neuralströme elektrische Ströme zu erzeugen. Allein diese ganze Sache hat ein mehr theoretisches Interesse und besitzt überhaupt nicht mehr die Wichtigkeit, welche man ihr beilegt, da wir jetzt schon bestimmt wissen, daß Nervenfluidum und Elektricität eben so wenig identisch sind, als Elektricität und Magnetismus. Hierfür haben wir den definitiven Beweis in den elektrischen Fischen. 1) Die Natur hatte es hier zur Absicht, diesen Thieren die elektrischen Entladungen als Waffen zu geben. Wären die Neuralströmungen elektrische, so brauchte sie keine elektrische Organe zu construiren; sie brauchte nur in einer nervenreichen Gegend einen Condensator oder Multiplicator anzubringen, um ihren Zweck zu erreichen. Eben so wenig als wir aber durch Condensation oder Multiplication der Strömung des Nervenfluidums bis jetzt stärkere elektrische Ströme zu erzeugen vermochten, eben so wenig gebraucht die Natur ein solches Mittel. Sie erzeugt vielmehr in den elektrischen Organen wahrscheinlich Analoga galvanischer Batterien. 2) Wir haben gesehen, daß im Momente der Entladung der positive elektrische Strom auf der Strömungsebene des Nervenfluidums senkrecht steht, gerade wie die Ebene der durch eine elektrische Strömung erregten magnetischen Strömung die Ebene des erregenden Elektricitätsstroms senkrecht schneidet. Daß aber hiermit das Mariannini'sche Gesetz, daß die positiven centripetalen elektrischen Strömungen centripetale, die centrifugalen centrifugale Strömungen des Nervenfluidums zur Folge haben, nicht im Widerspruche stehen, werden wir in der Folge (s. d. Art. Galvanismus) beweisen. Sind aber Elektricität und Nervenfluidum nicht identisch, sondern können sie nur, wie andere allgemeinere Agentien einander wechselseitig erregen, so ist die Hauptentdeckung dieses Gebiets, wie man leicht sieht, schon längst gemacht worden. Schon seit Jahrhunderten kannte man Phänomene der Wärme, des Magnetismus, der Elektricität. Als aber die erste Beobachtung gemacht wurde, daß ein elektrischer Strom die Magnetnadel afficire, wurde die Bahn zu der fruchtbaren Idee gebrochen, daß diese allgemeinen Naturagentien einander erregen und bedingen können. Der Zusammenhang der Thätigkeit der galvanischen Kette mit elektrolyti-

ſchen Kräften hatte gewiſſermaßen auch ſchon darauf vorbereitet. Allein die Entdeckungen des Thermomagnetismus der magnetelektriſchen Induction bildeten nur die ingeniöſen Beſtätigungen nothwendiger, früher aufgeſtellter theoretiſcher Vermuthungen. Seit der Zeit, wo man weiß, daß elektriſche Strömungen Neuralſtrömungen erregen, iſt auf dieſem Felde des Wiſſens daſſelbe, was die Entdeckung des Elektromagnetismus bot, gewonnen worden. Künftige Beobachter, welche die Erregung elektriſcher Strömungen durch Strömungen des Nervenfluidums experimentell nachweiſen werden, werden ſich das Verdienſt erwerben, einen faſt unabweislichen theoretiſchen Analogieſchluß zu ſeinem wahren Werthe zu erheben, d. h. durch die Erfahrung zu bekräftigen.

Wichtigſte Literatur.

I. Zitterfiſche. A. Zitterrochen. Stef. Corenzini osservazioni intorno alle torpedini. Firenze 1678. 4. — M. Girardi, in Memorie di Matematica e Fisica della Società italiana. Tom. III., p. 353—570. — Walsh, in Philosophical Transactions. 1773. P. II., p. 461—467 u. 1774. p. 464—73. — John Hunter, ebendaſ. 1773. P. II., p. 481—489. — Ingenhouſs, ebendaſ. 1775. p. 481. — Pringle, ebendaſ. 1775. 1—4 u. On the Torpedo. London 1783. — Alex. von Humboldt, u. Gay-Lussac, Annales de chimie. Vol. 56. p. 18. — Todd, Philosophical Transactions. 1816. p. 120 — 126. — Rudolphi, in den Abhandlungen der phyſikaliſchen Klaſſe der Königl. Preuß. Akademie der Wiſſenſchaften. Aus den Jahren 1820 und 1821. Berlin 1822. 4. S. 223 — 231. — H. Davy, Philosophical Transactions. 1829. p. 15—18. — John Davy, ebendaſ. 1834. p. 531 — 550. — Colladon, in Froriep's Notizen, Nr. 1093. S. 229. — Linari, ebendaſ. Nr. 1081. 35. L'institut Nr. 167. 235. — (Antinori) Bibliothèque universelle de Genève. Tom. VII., p. 407. Tom. VIII. p. 395—397 u. Froriep's neue Notizen, Nr. 191. 225—232. — Matteucci in Froriep's Notizen, Nr. 927. S. 35 u. Nr. 1003. S. 193. — Bibliothèque universelle de Genève. Tom. XII., p. 163—204. — Annales des sciences naturelles. Nouvelle Série, Zoologie. 1837. p. 193 — 224. — Froriep's neue Notizen. Nr. 145 S. 193—201, Nr. 185. S. 129—133 und Essai sur les phénomènes électriques des animaux. Paris. 1840. 8. — Delle Chiaje anatomiche disamine sulle torpedini. Napoli. 1839. 4.

B. Zitteraal. Williamson, in Philosophical Transactions. P. I. 1775. p. 94 — 101. — Garden, ebendaſ. p. 102 — 110. — John Hunter, ebendaſ. 1775. 4. P. II. p. 395 — 407. — S. Fahlberg, Kongl. Vetensk. Academiens Nya Handlingar. 1801. P. II., p. 122—156. — Alex. v. Humboldt, Recueil d'observations de Zoologie et d'Anatomie comparée. Vol. I., Paris. 1811. 4. p. 49 — 92. — Rudolphi, in den Abhandlungen der Berliner Akademie. Aus den Jahren 1820 u. 1821. a. a. O. — Faraday, in Philosophical Transactions. 1839. Vol. I., p. 1 — 12 u. in Poggendorff's Annalen. 1840. Ergänzungsband. p. 389 — 405. — Schönbein, Beobachtungen über die elektriſchen Wirkungen des Zitteraales. Baſel. 1841. 8.

C. Zitterwels. E. Geoffroy St. Hilaire, Annales du Muséum d'histoire naturelle. Tom. I. p. 392—407. — Rudolphi, Abhandlungen

der Berliner Akademie 1824. S. 191 — 198. — Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. Dritte Auflage. Coblenz 1837. Thl. I., S. 66, 67. — Valenciennes, in Annales des sciences naturelles. Nouvelle Série, Zoologie. Tom. XIV., p. 241 — 244.

Außerdem über die Anatomie der elektrischen Organe aller genannten Zitterfische s. die bekannten vergleichenden Anatomieen von Cuvier, Carus, Rudolph Wagner. Vergl. noch den von Coldstream bearbeiteten Artikel: Animal electricity in Todd, Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. II., London 1839. 8. p. 81 — 98. — In Betreff der unbekannteren elektrischen Fische sind die Quellen: 1) für den angeblichen elektrischen Rhinobatus, Marcgrav, hist. brasil. p. 152. 2) Für Tetrodon electricus, W. Paterson, in Phil. Transact. 1786. P. II., p. 382 u. für Trichiurus electricus, Nieuhoff, Zee en Lant Reize door West- en Ostindien. Amst. 1682. Fol. p. 270.

II. Elektricitätsströmungen anderer Thiere. Außer den über Elektricität und Galvanismus, so wie den über Physiologie handelnden neueren Werken s. Alex. von Humboldt, über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Bd. I. S. 159. — Pfaff und Ahrens, in Meckel's Archiv. Bd. III., S. 161. — Vavasseur u. Berandi, in Froriep's Notizen. Nr. 538. — Pouillet, in Magendie Journal de Physiologie. Tom. V. p. 5. — Person, ebendas. Tom. X. p. 216. — Donné, Annales des sciences naturelles. 1834. Févr. — Bellingeri, in Memorie della reale Academia di scienze di Torino. Vol. XXXI. p. 295 — 318 u. in Froriep's Notizen. Bd. XIX., S. 177. — Sterneberg, Experimenta quaedam ad cognoscendam vim electricam nervorum atque sanguinis facta. Bonnae. 1835. 4. — G. Valentin, in Hecker's neuen Annalen. Bd. I. S. 473. — Folchi, in Froriep's Notizen. Nr. 950. S. 55. — Ed. Weber, Quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lipsiae. 1836. 4. — Berthold, W. u. Ed. Weber, in Holscher's Annalen. Bd. II., S. 126 — 131. — Prévost, in Bibliothèque universelle de Genève. Vol. XII. p. 206. — Matteucci, in Froriep's neuen Notizen. Nr. 145. S. 193 — 201 und in s. oben angeführten Essai. — Heidenreich in Froriep's neuen Notizen. Nr. 212. 222. 223. — Massay in Fricke's und Oppenheim's Zeitschr. Bd. X. S. 409. — F. Capitaine, de l'influence des courants électriques sur les corps organisés et de leur production spontanée pendant la vie. Paris. 1839. 4. — P. G. Grimelli, osservazioni e esperienze elettro-fisiologiche dirette ad istituire la elettricità medica. Modena. 1839. 8. — F. Puccinotti e L. Pacinotti esperienze sulla esistenza e le leggi delle correnti elettro-fisiologiche negli animali a sangue caldo. Pisa. 1839. 8. — P. Fario e F. Zantedeschi esperienze intorno alle correnti ellettro-fisiologiche negli animali a sangue caldo. Venezia. 1840. 8. —

G. Valentin.

Entzündung und ihre Ausgänge.

Mit dem Worte Entzündung (Phlegmone, Inflammatio) bezeichnet man seit uralter Zeit gewisse krankhafte Vorgänge im thierischen und menschlichen Körper. Wie dieser Name, ohne Zweifel zuerst eingegeben von der erhöhten Temperatur und intensiv rothen Färbung entzündeter Theile, allmälig zu einem Begriffe erhoben wurde, wie dieser Begriff sich im Laufe von Jahren und Jahrhunderten allmälig gestaltete, bald weiter ausgedehnt, bald wieder eingeschränkt wurde, wie man seine Ursache und sein Wesen bald so bald anders zu erklären suchte — dies historisch zu verfolgen bildet eine interessante Aufgabe für die Geschichte der Medicin, ist aber unserm gegenwärtigen Zwecke völlig fremd. Dieser soll nur darin bestehen, die Vorgänge und sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen, welche bei der Entzündung auftreten, darzustellen, ihre Aufeinanderfolge, ihr gegenseitiges Verhältniß zu erforschen und ihre Ursachen, ihr Wesen in soweit zu begreifen, als dies durch Schlüsse geschehen kann, welche sich aus der unmittelbaren Beobachtung des Entzündungsprocesses und aus anderen sicheren Thatsachen der Physiologie und allgemeinen Pathologie ziehen lassen.

Man hat in neuester Zeit theils die Entzündung als eigene Krankheit ganz aufgeben wollen (so Magendie), theils hat man vorgeschlagen, die mit diesem Worte bezeichneten Vorgänge von einander zu trennen und anders zu benennen (Andral's Hyperämie — Eisenmann's Stase). Die Frage, mit welchem Rechte dies geschieht, ist eine sehr schwierige; sie läßt sich nur nach Betrachtung aller Momente des Entzündungsprocesses einigermaßen, und vollständig erst nach einer Vergleichung der sogenannten Entzündung mit den übrigen Krankheiten beantworten: ich lasse daher diese Frage einstweilen dahingestellt; sie wird sich theils im Laufe dieses Abschnittes von selbst beantworten, theils werde ich in einem spätern Artikel nochmals darauf zurückkommen. Als Rechtfertigung, daß die Entzündung mit ihren Ausgängen hier als ein selbstständiger Proceß, als eine eigenthümliche, wohl charakterisirte Krankheitsgruppe dargestellt wird, mag einstweilen folgende Ueberlegung dienen. Alle neueren pathologischen Untersuchungen, welche in guten und sicheren Beobachtungen und in vorsichtig aus diesen gezogenen Schlüssen bestehen, führen immer bestimmter zu der Ansicht hin, daß alle Krankheitsprocesse auf einer Veränderung der normalen Lebenserscheinungen thierischer Theile durch abnorme Einwirkungen beruhen[1]). Betrachtet man concrete Krankheitsfälle, so sieht ein Jeder sogleich, daß die meisten derselben aus einer großen Menge von Symptomen und aus Funktionsstörungen mehrer Gewebe (Gewebe in dem Sinne, wie die neueste Histologie diesen Ausdruck nimmt, so daß auch Blut, Lymphe ꝛc.

[1]) Vergl. Henle's Allgemeine Anatomie. Vorrede S. 7.

hieher gehören) zusammengesetzt sind und daß unter einer großen Menge von Krankheitsfällen kaum zwei sich in allen Einzelnheiten vollkommen gleichen, was theils von der Verschiedenheit der Krankheitsursache (abnormen äußeren Einwirkung) oder von einer Verbindung mehrerer Krankheitsursachen, theils von einer individuellen Verschiedenheit in dem Reactionsvermögen oder im Bau derselben Gewebe bei einzelnen Individuen und dergl. herrühren kann [1]). Wenn man es aber für erlaubt hält, gewisse Krankheitsfälle, welche in gewissen Beziehungen mit einander übereinstimmen, während sie in anderen Symptomen in einzelnen Fällen manche Verschiedenheiten zeigen, mit einem gemeinschaftlichen Namen, z. B. Typhus, Chlorosis, Arthritis u. s. f. zu benennen, so muß man auch zugeben, daß man eine gewisse Gruppe von abnormen Lebensäußerungen, welche sich immer in derselben Aufeinanderfolge wiederholen, unter dem Namen Entzündung zusammenfaßt; selbst wenn man weiß, daß einzelne der hiehergehörigen Vorgänge unter anderen Verhältnissen für sich oder in anderen Verbindungen auftreten können.

Ist damit auch die Darstellung der Entzündung als eines selbstständigen Krankheitsproceßes vorläufig gerechtfertigt, so ist es doch ungleich schwieriger, ja unmöglich, von vorneherein eine ausreichende Definition von Entzündung zu geben. Die Entzündung besteht aus einer Reihe von Vorgängen, die aber fast alle auch einzeln oder in anderen Verbindungen auftreten können, ohne daß man sie dann mit dem Namen der Entzündung belegen kann: nur dann, wenn diese Vorgänge in einer gewissen Reihe aufeinander folgen, ist Entzündung zugegen. Aber auch damit ist der Begriff der Entzündung noch nicht praktisch erschöpft. In den einzelnen Vorgängen, welche dieselbe constituiren, treten oft Verschiedenheiten auf; bisweilen fehlen einzelne Momente, bisweilen kommen andere hinzu, und die Entzündung tritt dadurch, wie jede abstract aufgefaßte Krankheit, mit vielen anderen in innige Verbindung, ja geht in dieselben über. Daher hat die folgende Darstellung, wie jede Beschreibung einer aus dem Zusammenhang mit allen übrigen herausgerissenen Krankheitsgruppe nothwendig viele Lücken, manche Verbindungsfäden mußten abgerissen, manche Uebergänge konnten nur kurz berührt, auf manches praktisch Wichtige nur hingedeutet werden [2]).

Die einzelnen Momente des Entzündungsprocesses und deren Aufeinanderfolge sind, wie die Beobachtung lehrt, folgende: Zuerst bemerkt man eine Verengerung der Capillargefäße, das Blut strömt schneller durch dieselben hindurch. Darauf werden sie weiter; das Blut fließt in ihnen langsamer, jedoch gleichmäßig. Später wird der Blutlauf unregelmäßig, das Blut fließt stoßweise vorwärts und rückwärts; es oscillirt, wie der Pendel einer Uhr; endlich stockt es völlig und bewegt sich nicht mehr. Die Gefäße zerreißen stellenweise und es bilden sich Blutextravasate im Parenchym. Gleichzeitig mit dem Stocken des Bluts ergießt sich Blutserum in das Gewebe der umliegenden Theile;

---

[1]) Dies nur im Vorbeigehen. Die nähere Erforschung dieser Verhältnisse wird in einem spätern Artikel genauer berücksichtigt werden.

[2]) Die ganze Darstellung gründet sich größtentheils auf eigene sehr zahlreiche Beobachtungen; manche davon sind neu. Wo sie als Beweise und als Grundlagen für Folgerungen benutzt werden, erlaubte der Raum häufig nicht, dieselben in extenso mitzutheilen. Ich war deßhalb öfter genöthigt, auf meine »pathologische Anatomie« und auf die dieselbe begleitenden »Erläuterungstafeln der pathologischen Histologie«, welche beide noch im Laufe dieses Jahres erscheinen werden, zu verweisen. Es versteht sich von selbst, daß ich für alle angeführten Thatsachen, bei denen nicht ausdrücklich ein Anderer citirt ist, selbst die Gewährleistung übernehme.

ſpäter tritt die ganze Blutflüſſigkeit, das Blutplasma, durch die Gefäßwände hindurch und verbreitet ſich in der Umgebung. Dieſe Momente in dieſer Aufeinanderfolge bilden im Verein mit einigen anderen ſinnlich wahrnehmbaren Erſcheinungen: Röthe, Hitze, Schmerz, Geſchwulſt, die Entzündung. Mit dem Eingetretenſein der erwähnten Reihe von Vorgängen iſt die Entzündung als ſolche erſchöpft. Die ausgetretene Blutflüſſigkeit erleidet aber noch verſchiedene weitere Veränderungen, die wir als Ausgänge der Entzündung ſpäter betrachten wollen.

Wir betrachten nun dieſe einzelnen Vorgänge näher:

1) Verengerung der Capillargefäße mit beſchleunigter Fortbewegung des Bluts. Bei Beobachtungen an der Schwimmhaut der Froſchfüße ſieht man dieſe Erſcheinung faſt immer der Erweiterung der Gefäße vorausgehen, doch erfolgt nach Einwirkung ſtarker mechaniſcher oder chemiſcher Reize nicht ſelten die Erweiterung plötzlich, ohne daß man eine vorgängige Verengerung bemerken kann. In ſolchen Fällen fehlt alſo die Verengerung entweder ganz, oder ſie macht ſo ſchnell der Erweiterung Platz, daß ſie der Beobachtung entgeht. Beim Menſchen, wo die Vorgänge im Gefäßſyſtem ſich nicht unmittelbar unter dem Mikroſkope beobachten laſſen, können wir doch aus gewiſſen Erſcheinungen ſchließen, daß auch hier in manchen Fällen von Congeſtion der Erweiterung der Gefäße eine Verengerung derſelben vorhergeht. Die Verengerung der Capillargefäße zieht nämlich immer Verminderung der normalen Röthe, alſo Bläſſe des entſprechenden Körpertheiles nach ſich. Die Nothwendigkeit dieſer Folge leuchtet von ſelbſt ein, wenn man bedenkt, daß die rothe Farbe der Haut und der übrigen Körpertheile nur von dem in ihren kleinen Gefäßen cirkulirenden Blute herrührt; je mehr ſich nun der Durchmeſſer dieſer kleinen Gefäße verengt, um ſo mehr herrſcht der Maſſe nach die ungefärbte Zwiſchenſubſtanz vor, um ſo bläſſer wird alſo die Färbung des Theiles. Bläſſe der Haut kann freilich noch aus anderen Urſachen entſtehen: durch Verminderung der Blutmaſſe überhaupt, durch relative Abnahme des rothen Blutfarbeſtoffs, durch Infiltration mit Blutſerum (Oedema), durch Aufhören der Herzbewegung (Aſphyrie — es ſcheint, daß dann die Capillargefäße das in ihnen enthaltende Blut zuerſt austreiben, früher als die großen Gefäße) u. ſ. w. Aber aus allen dieſen Gründen läßt ſich die plötzlich erſcheinende Bläſſe nicht erklären, welche bei Gemüthsbewegungen, bei Schrecken, Furcht, bei Einwirkung von Kälte und aus ähnlichen Urſachen im ganzen Körper oder einzelnen Theilen deſſelben eintritt. Daß dieſe Bläſſe in einer Verengerung der Haargefäße ihren Grund hat, iſt ziemlich gewiß und mehr als eine bloße Hypotheſe. Da nun auf dieſe Bläſſe häufig vermehrte Röthe folgt, welche in einer Erweiterung der Capillargefäße ihren Grund hat (ſo bei Einwirkung von Kälte, bei manchen Leidenſchaften, Zorn, heftigem Aerger, beim Fieber, wo die Bläſſe des Froſtſtadiums im Hitzeſtadium durch erhöhte Röthe verdrängt wird), ſo kann man wohl ſchließen, daß auch beim Menſchen der Erweiterung der Haargefäße in manchen Fällen eine Verengerung vorausgeht. Ob dies aber immer der Fall iſt, iſt eine andere Frage: in der Mehrzahl der Fälle läßt ſich wenigſtens keine der Congeſtionsröthe vorausgehende Bläſſe bemerken; die Verengerung der Haargefäße muß alſo, wenn ſie anders eintritt, ſehr ſchnell vorüber gehen.

Wenn es nach dem Ebenerwähnten noch zweifelhaft iſt, ob die Verengerung der Gefäße immer den Anfang der Entzündung bildet, alſo ihr weſentlich iſt, ſo gilt dies nicht von der Erweiterung.

2) Erweiterung der Haargefäße kommt immer, ohne alle Aus-

nahme bei der Entzündung vor, ist für dieselbe wesentlich. Dies lehrt die unmittelbare Beobachtung am Froschfuße sowohl als die mikroskopische Untersuchung der verschiedensten im Entzündungszustande begriffenen Theile des menschlichen Körpers; überall erscheinen die Haargefäße erweitert, ihr Durchmesser größer als gewöhnlich, ihr Lumen mit Blut überfüllt. Die Gegenwart dieser Erscheinung läßt sich aber auch an solchen Theilen erschließen, die man nicht unmittelbar unter dem Mikroskope beobachten kann. In den erweiterten Capillaren ist immer mehr Blut zugegen, als im normalen Zustande; die Menge der rothen Blutkörperchen ist im Verhältniß zu den ungefärbten oder anders gefärbten Theilen des umgebenden Parenchyms größer als gewöhnlich, der Theil muß also schon dem unbewaffneten Auge nothwendig mehr geröthet erscheinen. Die Röthe wird aber um so intensiver, je mehr die Haargefäße erweitert sind, je mehr sie also Blutkörperchen aufnehmen können. Die einzige Ursache aber, welche vermehrte Röthe eines Theiles des menschlichen Körpers in Krankheiten oder nach dem Tode bewirken kann, ist (nur wenige, höchst seltene Fälle ausgenommen) der Blutfarbestoff. Dieser ist nun entweder im aufgelöst'en Zustande in das Parenchym der Theile infiltrirt, oder an den Blutkörperchen haftend, mit diesen in das Parenchym abgelagert (als Extravasat), oder als eine übergroße Menge Blutkörperchen in den erweiterten Gefäßen enthalten. Wo man also nicht annehmen darf, daß die vermehrte Röthe von einer Infiltration des aufgelöst'en Blutfarbestoffes oder von einem Extravasat herrührt [1]), da kann man ziemlich gewiß sein, daß sie in einer Erweiterung und Blutüberfüllung der Haargefäße ihren Grund hat. Dies letztere ist aber bei allen Entzündungen ohne Ausnahme der Fall.

Die bisher beschriebenen Vorgänge bestanden in Veränderungen der Haargefäße selbst; eine andere Reihe von Erscheinungen bemerkt man an dem in den Gefäßen enthaltenen Blute. So lange die Gefäße verengt sind, strömt das Blut in ihnen rascher als im Normalzustande; so bald sie sich erweitern, wird der Blutlauf langsamer (man sieht dies unter dem Mikroskope an der Vorwärtsbewegung der einzelnen Blutkörperchen), noch später wird er unregelmäßig, oscillirend, die Blutsäulen in den einzelnen Haargefäßen gehen im regelmäßigen Takte vorwärts und rückwärts, wie eine in Bewegung gesetzte Säge (doch schreiten die einzelnen Blutkörperchen dabei allerdings vorwärts, indem das Vorrücken jedesmal mehr beträgt, als das Zurückweichen, wie man sieht, wenn man unter dem Mikroskope ein und dasselbe Blutkörperchen längere Zeit im Auge behält). Endlich stockt das Blut ganz; alle Bewegung desselben hat aufgehört. Die Uebergänge von einem dieser Vorgänge in den andern erfolgen bald sehr langsam und allmälig, bald rasch und plötzlich: nach reizenden chemischen Einwirkungen, z. B. Betupfen mit Essigsäure, tritt am Froschfuße oft ohne vorgängige Beschleunigung, ja ohne allmäliche Verlangsamung und Oscilliren des Blutlaufes sogleich eine vollkommene Stockung desselben ein.

Diesen Veränderungen in der Fortbewegung des Bluts im Ganzen entsprechen gewisse Veränderungen in dem Verhalten der einzelnen Blutkörperchen zu einander und zum Lumen des Gefäßes. Beim normalen Kreislaufe fließen die Blutkörperchen nebeneinander oder nacheinander in der Mitte des Gefäßes, sie adhäriren nicht aneinander, gleiten in größeren Gefäßen oft eines über das andere hinweg, ohne aneinander zu haften; der äußere Theil des Gefäßlumens

[1]) Die unterscheidenden Merkmale dieser verschiedenen Arten von Röthe s. in meiner patholog. Anat. und in den Erläuterungstafeln z. path. Histol. Taf. 11.

zunächst den Wänden enthält gar keine, oder nur wenige Blutkörperchen, er führt nur Blutflüssigkeit und einzelne Lymphkörperchen. So wie der Blutlauf sich verlangsamt und Oscillationen eintreten, legen sich die Blutkörperchen mehr aneinander; die einzelnen lassen sich zwar noch vollkommen unterscheiden, aber sie berühren sich und sind in den kleineren Haargefäßen oft mit den größeren Oberflächen säulenförmig fest aneinander gedrückt, wie die Geldstücke in den Geldrollen; der äußere Theil der Gefäße zunächst den Wänden bleibt noch frei und scheint nur von Plasma erfüllt. Bei gänzlicher Stockung des Bluts verschwindet der freie Saum an den Wänden, das Gefäß ist völlig seinem ganzen Lumen nach mit Blutkörperchen erfüllt und diese sind dicht aneinander gedrängt, bilden scheinbar eine homogene, unbestimmt körnige Masse, in der man kaum einzelne Blutkörperchen unterscheiden kann. Aber diese Verschmelzung ist nur scheinbar. Sobald das auf solche Weise stockende Blut aus den Haargefäßen entleert wird, durch Anstechen, Druck auf das bedeckende Glasplättchen unter dem Mikroskope u. dgl., erlangt es sogleich sein normales Aussehen wieder und die Blutkörperchen werden wieder deutlich: sie haben durchaus keine wesentliche Veränderung erlitten (diejenigen ausgenommen, welche den Austritt des Blutes unter allen Umständen begleiten, z. B. daß bei den Körperchen des Froschbluts nun der vorher nicht sichtbare Kern erscheint).

Die im Vorhergehenden betrachteten Erscheinungen, Erweiterung der Haargefäße und Ueberfüllung derselben mit Blut, mit oder ohne vorhergehende Verengerung der Capillaren, treten auch ohne Entzündung für sich auf; man nennt sie dann Congestion oder besser Blutüberfüllung (Hyperämie) der Haargefäße. Die Congestion ist aber einer der verschiedenen Vorgänge, welche in einer gewissen Aufeinanderfolge die Entzündung bilden, und zwar der Zeit nach der erste dieser Vorgänge.

3) Mit dem Stocken des Blutes in den Haargefäßen kommt zur Congestion ein neues Moment hinzu. Man kann dasselbe mit dem Namen der Stase bezeichnen. Es ist dadurch charakterisirt, daß die Bewegung des Blutes in den Haargefäßen ganz aufhört und die Blutkörperchen sich auf die oben beschriebene Weise dicht aneinander legen, so daß man die Umrisse der einzelnen nicht mehr erkennt; daß sie ferner nicht bloß die Mitte, sondern das ganze Lumen der erweiterten Gefäße ausfüllen.

In dieser Periode, vielleicht auch schon früher, beobachtet man sehr häufig, ja gewöhnlich, Austreten von Blut im Ganzen (mit Blutkörperchen) in das Parenchym oder in benachbarte Höhlen (entzündliches Extravasat). Solches ausgetretene Blut findet man im Verlaufe von Entzündungen fast in allen Organen, im Gehirn bei entzündlicher Apoplexie, in den Lungen bei Pneumonie, in der Leber, den Nieren, der Milz u. s. f. bei Entzündungen dieser Theile. Da dieses ausgetretene Blut immer eine unendliche Menge von unversehrten Blutkörperchen enthält [1]), und die Blutkörperchen nicht wohl durch die unverletzten Wandungen der Gefäße hindurchschwitzen können, so muß der Bildung dieses Extravasates nothwendig eine Zerreißung der Gefäße vorausgehen. Ja in manchen Fällen müssen außer den Gefäßen auch noch andere Theile zerrissen werden; so findet man bei Pneumonie immer unversehrte Blutkörperchen im Auswurf. Damit dies möglich werde, müssen aber nicht nur die Wandungen der Blutgefäße, sondern auch Stellen der Lungenzellen- oder Bronchien-Schleimhaut zerreißen. Das ergossene Blut bildet bald sehr

[1]) Vergl. eine große Anzahl von mikroskopisch untersuchten Fällen in meiner patholog. Anat.

viele kleine, mit unbewaffnetem Auge kaum wahrnehmbare Blutpunkte im Parenchym, bald größere zusammenhängende Massen, Extravasate von bedeutendem Umfang. Im erstern Falle zerreißen wahrscheinlich die kleinsten Gefäße an vielen Stellen, im letztern ein oder mehrere Gefäße von größerem Durchmesser. Das Extravasat ist gewöhnlich flüssig, seltner geronnen; letzteres ist nur dann der Fall, wenn das ausgetretene Blut große Massen bildet, bei bedeutenden apoplektischen Ergießungen im Gehirn, bei reichlicher Hämoptoë in den Bronchien. Das geronnene Extravasat verhält sich ganz so wie das außerhalb des Körpers geronnene Blut nach Aderlässen ꝛc.; seine Blutkörperchen sind in den geronnenen Faserstoff des Plasma eingeschlossen. Das flüssige Blutextravasat enthält immer Blutkörperchen, welche wenig oder nichts von ihrer normalen Beschaffenheit eingebüßt haben. Sie hängen bisweilen aneinander, und zeigen dann, z. B. in den rostfarbigen Sputis bei Pneumonie, in der Regel das Eigenthümliche, daß sie nicht wie im geschlagenen Blute säulenförmig, wie die Geldstücke in den Geldrollen, mit den platten Flächen, sondern zeilenförmig, wie die Blätter von Cactus Oppuntia, mit den schmalen Rändern aneinander hängen. Entleert man dieses flüssige Blutextravasat so sorgfältig als möglich, so gerinnt es gewöhnlich kurze Zeit nach seiner Entfernung aus dem Körper.

Hand in Hand mit dem Stocken des Bluts in den Haargefäßen geht immer eine andere Erscheinung, ein Durchschwitzen des Blutserums (der Blutflüssigkeit ohne den Faserstoff) durch die Gefäßwände in das Parenchym oder in nahegelegene Höhlen. Diese Erscheinung läßt sich am leichtesten beobachten bei Entzündungen der Haut in Folge von Verbrennungen, Blasenpflastern, heftigem Reiben oder Druck, bei Erysipelas bullosum u. s. w. Hier erhebt sich auf einer gewissen Stufe der Entzündung die Oberhaut in eine Blase, welche eine in ihrer chemischen Zusammensetzung ganz mit dem Blutserum übereinkommende Flüssigkeit enthält. Auch bei Entzündungen tiefer gelegener Theile findet man häufig nach dem Tode Blutserum in das Parenchym des entzündeten Theiles infiltrirt (Hautwassersucht nach Scharlach — entzündliches Oedem der Lungen). Die ergossene Flüssigkeit hat in allen angeführten Fällen immer dieselben qualitativen chemischen Bestandtheile, wie das Blutserum; bisweilen gleicht sie demselben auch in ihrer quantitativen Zusammensetzung vollkommen, doch nicht immer; sie enthält dann zwar dieselbe Menge von Salzen, aber weniger Eiweiß, als das normale Blutserum [1]). Dieses Austreten von Blutserum begleitet die Blutstockung auch in anderen Fällen, wo keine Entzündung zugegen ist, z. B. bei den meisten Arten von Hydrops: man darf also wohl schließen, daß beide Momente zusammengehören, oder vielmehr, daß die Blutstockung immer den Austritt von Blutserum nach sich zieht.

Wir haben also als zweites auf die Congestion folgendes Moment des Entzündungsprocesses die Blutstockung mit Austritt von Blutserum (Stase) kennen gelernt. Aber die Stase ist nur ein Moment des Entzündungsprocesses, sie tritt überdies für sich in Fällen auf, wo von Entzündung keine Rede sein kann; es ist daher fehlerhaft, den ganzen Entzündungsproceß mit dem Namen der Stase, wie dies von Eisemann u. a. m. geschieht, zu bezeichnen.

In manchen Fällen von Entzündung scheint der Austritt von Blutserum so untergeordnet, und dieses Moment so rasch in das folgende überzugehen, daß es kaum bemerkt wird.

---

[1]) Vergl. eine Zusammenstellung von eigenen und fremden chemischen Analysen in meiner path. Anatomie.

4) Das letzte Moment der Entzündung beſteht in dem Austreten der geſammten Blutflüſſigkeit, des Blutplasma (Blutſerum mit Faſerſtoff) aus den Gefäßen in die umliegenden Theile. Es erfolgt durch die unverletzten Gefäßwände hindurch mittelſt Durchſchwitzung. Dieſer Vorgang findet immer bei jeder wahren Entzündung Statt und läßt ſich leicht beobachten. Oeffnet man die bei Entzündungen der Haut in Folge von Verbrennungen, Blaſenpflaſtern u. ſ. f. gebildeten, mit Flüſſigkeit erfüllten Blaſen ſogleich nach ihrer Entſtehung, ſo findet man ſie mit Blutſerum gefüllt; wartet man länger, ſo enthält die Flüſſigkeit derſelben auch Faſerſtoff und gerinnt nach ihrer Entleerung; die bloßgelegte Stelle bedeckt ſich dann allmälich mit einer Schichte von geronnenem Faſerſtoff. Nach Entzündungen der Pleura, des Peritoneum wird bisweilen durch die Operation der Paracenteſe dieſer ſeröſen Säcke eine Flüſſigkeit entleert, welche aufgelöſ'ten Faſerſtoff enthält und nach ihrer Entleerung von ſelbſt gerinnt. Auch im Gehirn fand ich nach Entzündung dieſes Organes einmal eine neugebildete nußgroße Höhle mit einer hellen, farbloſen Flüſſigkeit angefüllt, welche entleert nach einiger Zeit von ſelbſt gerann.

Die in allen dieſen Fällen entleerte Flüſſigkeit gleicht in ihren qualitativen chemiſchen Beſtandtheilen immer dem Blutplasma; ſie enthält Faſerſtoff, Eiweiß und Salze in einer wäſſerigen Auflöſung. Ihre quantitative chemiſche Zuſammenſetzung kann ziemlich viele Verſchiedenheiten darbieten; bald gleicht ſie auch hierin ganz dem normalen Blutplasma, gewöhnlich enthält ſie etwas weniger, ſelten mehr Faſerſtoff und Eiweiß als dieſes [1]).

Das austretende Blutplasma tränkt, durchdringt das umgebende Parenchym oder ſammelt ſich in natürliche oder künſtliche Höhlen. Es bleibt bald längere Zeit flüſſig und kann in dieſem Falle wieder reſorbirt, oder durch die Operation während des Lebens oder auch noch nach dem Tode entleert werden; bald gerinnt es durch Conſolidation des in demſelben aufgelöſ'ten Faſerſtoffes. Dieſer geronnene Faſerſtoff füllt dann in parenchymatöſen Organen alle Zwiſchenräume zwiſchen den Elementartheilen des Gewebes und alle natürlichen Höhlen deſſelben aus, ſo daß alle Theile von demſelben wie von einem enge anſchließenden Kitt umgeben, gewiſſermaßen eingemauert ſind. So erfüllt das geronnene Exſudat bei der Pneumonie nicht bloß alle Zwiſchenräume zwiſchen den Lungenfaſern, den Luftzellen und den Blutgefäßen, wobei es die letzteren zuſammendrückt, es erfüllt auch die Höhlen der Luftzellen ſelbſt [2]). Auf Flächen, z. B. bei Entzündungen der Oberhaut, der ſeröſen Häute, bildet der geronnene Faſerſtoff ſchichtenweiſe Ablagerungen, im Innern ſeröſer Höhlen wohl auch vollſtändige geſchloſſene Säcke, oder er bildet Flocken, die in der Flüſſigkeit ſchwimmen. Von allen dieſen Verhältniſſen wird ſpäter, bei Betrachtung der Entzündungsausgänge, noch ausführlicher die Rede ſein.

Das dritte weſentliche Moment der Entzündung iſt alſo der Austritt des Blutplasma aus den Haargefäßen (Exſudation). Dieſes Austreten von Blutplasma kommt zwar auch bei der normalen Ernährung vor, aber nie in dem bedeutenden Grade wie bei der Entzündung.

Mit dieſem Moment iſt eigentlich der Entzündungsproceß geſchloſſen. Iſt das umgebende Parenchym mit Blutplasma erfüllt und dieſes geronnen, ſo werden ſelbſt die Blutgefäße dadurch comprimirt und ſo der Fortdauer der Entzündung durch ihr eigenes Product ein Ziel geſetzt. Die Entzündung kann ſich dem Orte nach weiter ausbreiten auf umliegende geſunde Theile, aber dem

---

[1]) Vergl. eine Zuſammenſtellung von Analyſen in meiner pathol. Anat.
[2]) Vergl. meine Erläuterungstafeln z. path. Hiſtol. Taf. 16.

Wesen nach sind mit dem Austritt von Blutplasma die sie constituirenden Vorgänge erschöpft. Die weiteren Erscheinungen beziehen sich auf das Schicksal des entzündeten Theils im Ganzen oder auf die Weiterentwickelung des entzündlichen Exsudats, also auf die Schicksale des Entzündungsproducts. Wir betrachten diese verschiedenen Vorgänge später als Entzündungsausgänge.

Vorher wollen wir aber eine Zeit lang den Boden des positiven auf Beobachtung sich gründenden Wissens verlassen und so viel es möglich ist durch Schlüsse uns von den Ursachen des Entzündungsprocesses, seinem Wesen und dem Zusammenhange der verschiedenen Vorgänge desselben Rechenschaft zu geben suchen.

Wir haben folgende Momente der Entzündung unterschieden: 1) Congestion. 2) Stase. 3) Exsudation. An sie schließen sich noch folgende immer vorhandene Erscheinungen an: Schmerz, Geschwulst, Hitze, Röthe. Es soll unsere nächste Aufgabe sein, den Zusammenhang und die Ursachen dieser Vorgänge aufzufinden.

1) Congestion. Die erste durch die mikroskopische Untersuchung außer Zweifel gesetzte Thatsache ist die, daß die Capillargefäße enger werden und das Blut schneller durch sie hindurchströmt. Als Ursachen dieses Vorganges lassen sich folgende denken:

a. entweder die Wände der Haargefäße ziehen sich selbstständig zusammen und es entsteht dadurch eine Verengerung ihres Lumen, oder

b. das ganze Parenchym des Organs zieht sich zusammen und die Haargefäße werden secundär, durch den Druck des Parenchyms verengt.

Es ist schwer, sich aus der Beobachtung mit Bestimmtheit für das eine oder andere zu entscheiden. An den meisten Theilen, wo man den Vorgang direct unter dem Mikroskope beobachten kann, z. B. am Froschfuß sind die Wände der Haargefäße mit dem umgebenden Parenchym innig verbunden und beide Erklärungsarten haben gleiche Wahrscheinlichkeit für sich; Contraction der Haargefäße muß nothwendig das Parenchym nachziehen und umgekehrt Zusammenziehung des Parenchyms Verengerung der Haargefäße bewirken. Die Beobachtung des Vorgangs an lareren Theilen, wo Parenchym und Gefäße in weniger innigem Zusammenhang stehen, z. B. an den Gefäßen des Mesenteriums, scheint für eine selbstständige Zusammenziehung der Gefäße zu sprechen, wenigstens läßt sich hier nicht einsehen, wie das aus lockerm Bindegewebe bestehende Parenchym selbst bei der heftigsten Contraction eine so gleichmäßige Verengerung der Haargefäße hervorbringen könnte, wie man sie in der Natur beobachtet. Die Erfahrung, daß größere Gefäße, namentlich Arterien, sich selbstständig verengern können, kann nicht als Beweis für eine selbstständige Verengerung der Haargefäße gelten, da erstere wirkliche Muskelfasern enthalten, welche letzteren fehlen; sie kann aber eben so wenig als Gegenbeweis dienen, da die Haut der Haargefäße, auch ohne eigene Muskelfasern zu besitzen, dennoch contractil sein kann [1]).

Auf der andern Seite sprechen manche Erfahrungen für eine secundäre Verengerung der Capillaren in Folge einer Zusammenziehung des Parenchyms. So die Zusammenziehung der Haut, die sogenannte Gänsehaut, in Folge von Kälte, bei Fieberfrost ꝛc. Hier werden offenbar die Haargefäße verengert: dies geht aus der Bläße der afficirten Haut hervor; zugleich erfolgt aber auch eine Zusammenziehung des Gewebes der Haut, der in allen Richtungen mit einander

[1]) Vgl. Henle's allgem. Anatomie. S. 523.

verflochtenen Bündel von Bindegewebefasern, welche die Grundlage der Cutis bilden, wie man aus dem Hervortreten der eingeschnürten Haarbälge ꝛc., welche eben die Gänsehaut verursachen, schließen muß. Man kann aber nicht wohl annehmen, daß hier die zusammengezogenen Blutgefäße die Fasern des Parenchyms mechanisch nachgeschleppt und dadurch die Einschnürung der Haarbälge veranlaßt hätten. Jeder, der die Cutis mikroskopisch untersucht und sich von der Elasticität und Widerstandskraft ihres Gewebes überzeugt hat, wird gewiß diese Ansicht theilen.

Sehr wahrscheinlich kommen also beide oben erwähnte Fälle vor, und ohne Zweifel auch ein dritter, daß sich nämlich Haargefäße sowohl als Parenchym gleichzeitig aus derselben Ursache zusammenziehen. Wir können also wohl sagen: »die Verengerung der Capillaren erfolgt entweder durch selbstständige »Zusammenziehung ihrer Wandungen, oder secundär in Folge der Zusammen»ziehung des Parenchyms der Organe, oder endlich durch beide Ursachen zu»gleich.«

Fragen wir nun weiter nach dem letzten Grund dieser Zusammenziehung, so tritt uns als solcher jedenfalls die äußere Veranlassung entgegen, welche die Congestion hervorruft. Aber wie bewirkt diese eine Zusammenziehung der erwähnten Theile?

Wir können uns hier folgende Möglichkeiten denken: die Congestionsursache wirkt entweder

A. unmittelbar auf die Gefäßwände oder das Parenchym; dann kann die Zusammenziehung sein:

1) rein mechanisch, 2) rein chemisch, 3) vital, bedingt durch eine eigenthümliche in den physiologischen Eigenschaften dieser Theile begründete Kraftäußerung derselben; oder

B. sie wirkt zuerst auf das Nervensystem und vermittelst desselben auf die Gefäßwände und das Gewebe des Parenchyms; hier ist wieder ein doppelter Fall möglich:

1) sie wirkt unmittelbar auf die peripherischen Nerven, oder

2) sie wirkt auf dieselben mittelbar durch die Centraltheile des Nervensystems, also durch Reflex.

Prüfen wir diese Möglichkeiten an den Thatsachen, welche uns eine nüchterne Beobachtung liefert.

Sehr oft entstehen Bläße der Haut und Gänsehaut als die Erscheinungen des ersten Moments der Congestion, welches uns hier beschäftigt, beim Menschen durch rein psychische Ursachen, durch Zorn, Schauder, Furcht, Aerger u. dgl. In allen diesen Fällen kann an eine locale Einwirkung der Ursache auf die peripherischen Nerven oder gar auf die Gefäßwände und das Parenchym des afficirten Theiles nicht gedacht werden: die Ursache wirkt hier offenbar primär auf die Centraltheile des Nervensystems und erst mittelbar von diesen aus durch die peripherischen Nerven auf Gefäßwände oder Parenchym.

Ist es nun auch in diesen Fällen ziemlich gewiß, daß die Zusammenziehung von den Centraltheilen des Nervensystems abhängt und eine vitale sei, so schließt dies doch die Möglichkeit nicht aus, daß in anderen Fällen, wo die Einwirkung der Ursache eine örtliche ist und der Effect auf die Einwirkungsstelle beschränkt bleibt, die Ursache unmittelbar auf die peripherischen Nerven, oder mit Umgehung dieser auf die Gefäßwände und das Parenchym einwirken kann. Solche Fälle sind die, wo örtliche Einwirkung von Kälte, örtliche Application von Reagentien, z. B. Essig, örtliches Reiben, eine vorübergehende, auf die Einwirkungsstelle beschränkte Bläße der Haut veranlaßt. In diesen Fällen

jetzt schon entscheiden wollen, auf welche Weise, durch welche Mittelglieder die Ursache wirkt, ist nicht nur sehr schwer, sondern überdies eine unfruchtbare Untersuchung; wir wissen ja noch nicht einmal, was für Nerven es sind, welche die Zusammenziehung der Haargefäße oder der nicht aus Muskelfasern bestehenden Elemente des Parenchyms vermitteln. Daher müssen wir vor der Hand wenigstens an die Möglichkeit denken, daß in gewissen Fällen die Ursache unmittelbar auf die Gefäße oder das Parenchym einwirken könne.

Wir haben oben gesehen, daß die Wirkungsweise der Ursache in manchen Fällen offenbar eine vitale ist: möglicherweise könnte sie in anderen Fällen, z. B. bei Einwirkung von Kälte, von Essigsäure, eine rein physikalische oder chemische sein. Aber die Beobachtung lehrt, daß auch in diesen Fällen auf die momentane Zusammenziehung der Gefäße später eine Erweiterung derselben folgt. Nun ist aber sehr schwer einzusehen, wie dieselbe physikalische oder chemische Einwirkung erst eine Verengerung, dann eine Erweiterung der Gefäße bewirken soll; es wird also wahrscheinlich, daß die Verengerung auch hier vitaler Natur ist. Wir haben also das Resultat gewonnen, daß die Verengerung der Haargefäße in vielen Fällen gewiß, in anderen wenigstens wahrscheinlich vitaler Natur ist; daß sie ferner in vielen Fällen bestimmt mittelst Reflex von den Centraltheilen des Nervensystems abhängt, in anderen Fällen aber möglicherweise auch von einer unmittelbaren Einwirkung der Ursache auf die peripherischen Nerven, oder auf die Gefäßwände oder das Parenchym entstehen kann.

Die gleichzeitige Blässe des Theils ist aber eine nothwendige Folge der Verengerung der Gefäße, da es sich von selbst versteht, daß verengte Gefäße weniger Blut aufnehmen, also der ganze Theil nothwendig weniger geröthet erscheinen muß.

Eine andere die Verengerung der Haargefäße begleitende Erscheinung ist die, daß das Blut schneller durch die verengten Kapillaren hindurchfließt, als früher. Diese durch die Beobachtung festgestellte Thatsache beruht wahrscheinlich auf rein physikalischen Gründen und ist eine Folge der Verengerung der Kapillaren. Wenn eine gewisse Quantität Flüssigkeit mit einer gewissen Kraft durch eine Röhre vorwärts getrieben wird und man verengt die Röhre, während die Propulsivkraft dieselbe bleibt, so muß die Flüssigkeit nothwendig schneller fließen. Derselbe Vorgang findet natürlich auch bei Verengerung der Kapillargefäße Statt; aber hier kommen Umstände hinzu, welche einen strengen physikalisch-mathematischen Beweis durch Rechnung, wie ihn Einige führen wollen, unmöglich machen. Die Zusammenziehung betrifft in den meisten Fällen nur die Haargefäße, nicht die größeren Arterien; diese führen dem afficirten Theile immer noch die frühere Blutmenge zu, die wegen des Drucks der nachfolgenden Blutsäule in derselben Zeit durch die jetzt verengten, wie durch die früher weiteren Kapillaren hindurch geführt werden muß; das Blut muß also im Haargefäßsysteme nothwendig schneller fließen als früher. So weit ist der Beweis sicher und läßt keinen Einwurf zu; seine Gültigkeit wird aber geschwächt durch Berücksichtigung des Kollateralkreislaufs. Der Widerstand gegen den Blutlauf in den verengten Kapillaren wird nach physikalischen Gesetzen um so größer, je größer die Geschwindigkeit und je enger die Röhre wird; der Widerstand der übrigen, nicht verengten Haargefäße, die Propulsivkraft des Herzens und der größeren Arterien bleiben aber dieselben wie früher. Die übrigen nicht verengten Kapillaren müssen daher, weil sie weniger Widerstand leisten als die verengten, verhältnißmäßig mehr Blut aufnehmen als früher, wodurch nothwendig die Geschwindigkeit des Blutlaufs in den verengten Gefäßen vermindert wird. Da wir die Größe dieser verschiedenen Factoren ihrem Zah-

lenwerthe nach nicht bestimmen können, so ist es auch unmöglich, die Sache streng durch Rechnung zu beweisen. Wir müssen uns daher begnügen zu sagen: Es ist höchst wahrscheinlich, daß die vermehrte Geschwindigkeit des Blutlaufs in den verengten Haargefäßen eine bloße Folge der Verengerung ist und auf rein physikalischen Gründen beruht.

Das zweite Moment der Congestion besteht in Erweiterung der Haargefäße, einer größern Blutmenge und langsamern Blutbewegung in denselben. Die Beobachtung lehrt uns, daß diese Erscheinungen gleichzeitig auftreten.

Wir wollen nun auch ihren Ursachen und ihrem Zusammenhange nachforschen.

Es ist eine sehr verbreitete Ansicht, daß bei der Congestion, d. h. im zweiten Stadium derselben, dem leidenden Theile mehr Blut zugeführt wird als gewöhnlich. Dieser größere Blutandrang könnte allerdings eine größere Blutmenge in den Haargefäßen und in Folge derselben eine mechanische Erweiterung der Capillaren veranlassen, und insofern als Ursache von Congestion auftreten. Die Ansicht verdient daher jedenfalls eine nähere Prüfung.

Aus der unmittelbaren Beobachtung läßt sich jene Hypothese von einem vermehrten Blutzufluß nicht beweisen. Die Beobachtung lehrt nur, daß der afficirte Theil mehr Blut enthält als gewöhnlich, nicht aber, daß in einer gleichen Zeit mehr Blut durch ihn hindurchströmt, als im Normalzustande, was doch bei einem vermehrten Blutzuflusse der Fall sein müßte. Da überdies die Beobachtung lehrt, daß das Blut in den erweiterten Haargefäßen langsamer fließt als gewöhnlich, so spricht sie mehr gegen als für jene Hypothese.

Ein örtlich vermehrter Blutzufluß könnte aber nur dadurch möglich werden, daß

1) die Arterie, welche den Theil versorgt, sich öfter zusammenzieht und erweitert als gewöhnlich, also einen andern, schnellern Rythmus des Pulses zeigt, als die übrigen Arterien, daß also z. B. bei Congestion nach der rechten Hand der Radial- und Ulnarpuls an dieser Seite häufiger ist als an dem gesunden linken Arme. Dies ist aber, so viel ich weiß, bei Congestionen noch nie beobachtet worden, und kann jedenfalls nicht als veranlassende Ursache derselben betrachtet werden.

2) Daß die Arterie sich stärker erweitert, also mehr Blut aufnimmt als gewöhnlich, dann aber sich eben so stark oder stärker zusammenzieht als im Normalzustande, dann sich wieder stärker erweitert u. s. f. Die Arterie würde also während der Congestion ganz die Rolle eines Herzens spielen, was man doch ohne weitere Beweise nicht annehmen darf, so lange noch andere Erklärungsweisen übrig bleiben.

3) Daß die Arterie sich zwar stärker erweitert als gewöhnlich, also mehr Blut aufnimmt, daß aber diese größere Blutmenge nicht durch ihre eigene kräftigere Zusammenziehung, sondern durch die Propulsivkraft des Herzens und der großen Arterienstämme weiter getrieben wird. Die Möglichkeit dieses Vorgangs läßt sich nicht abläugnen und selbst die Erfahrung spricht dafür; man beobachtet oft, daß der Puls solcher Arterien voller und stärker ist als gewöhnlich, daß sie also mehr Blut aufnehmen müssen als im Normalzustande und als die übrigen Arterien, welche zu gleicher Zeit nicht eben so heftig klopfen. Aber die Erfahrung lehrt zugleich, daß dieses vermehrte Klopfen einzelner Arterien in der Regel nicht der Congestion vorhergeht, sondern gewöhnlich erst zu der schon bestehenden hinzukommt; daß diese Ursache also wohl eine schon bestehende Con-

geſtion unterhalten und verſtärken, in der Regel aber nicht als erſte Urſache derſelben betrachtet werden kann. Ueberdies kann eine vermehrte Blutzufuhr in allen den Fällen nicht als wirkſam bei der Congeſtion betrachtet werden, wo die mikroſkopiſche Unterſuchung lehrt (wie am Froſchfuße, am Meſenterium von Säugthieren), daß die Erweiterung und Blutüberfüllung der Haargefäße mit einer verlangſamten Blutbewegung einhergeht.

Wir wollen daher einſtweilen von der vermehrten Blutzufuhr als hypothetiſcher Urſache der Congeſtion abſehen, da wir bald nochmals hierauf zurückkommen müſſen und uns nach anderen Gründen jener Erſcheinungen umſehen.

Bei der Betrachtung der Verengerung von Haargefäßen wurde ſchon auf den Zuſammenhang der letzteren mit dem umgebenden Parenchym aufmerkſam gemacht. Dieſer kommt bei der Erweiterung der Capillaren weniger in Betracht, am wenigſten bei Organen mit lockerm Parenchym, wie Fettzellgewebe, Lungen, Gehirn — man ſieht hier nicht wohl ein, wie eine Veränderung des Parenchyms eine Erweiterung der Haargefäße nach ſich ziehen könnte. Bei Theilen mit ſehr dichtem, feſten Gewebe, wie in der Leber, der Cutis u. ſ. f. iſt der Fall ein anderer. Hier muß jedenfalls das Parenchym erſchlaffen, wenn die Gefäße ſich erweitern ſollen.

Betrachtet man nun die verſchiedenen Fälle, in denen die Erſcheinungen der Congeſtion auftreten, ſo ergeben ſich als mehr oder minder ſichere oder auch nur wahrſcheinliche Urſachen der Congeſtion folgende:

1) Bei manchen vorübergehenden Congeſtionen, bei Scham, Freude, Zorn u. dgl. erfolgt die Congeſtion offenbar durch pſychiſche Einflüſſe, alſo mittelſt der Centraltheile des Nervenſyſtems durch Reflex. Man könnte hier zwar ſagen, der Reflex bewirke zunächſt eine Erweiterung der Arterien (Carotiden ꝛc.) und erſt mittelbar durch vermehrten Blutzufluß die Erſcheinungen der Congeſtion im Haargefäßſyſteme, aber dagegen ſpricht einmal das Umſchriebenſein der Röthe (in manchen Fällen erröthen z. B. nur die Wangen) und dann die Analogie der Verengerung, wo der Nerveneinfluß nachweislich unmittelbar auf das Haargefäßſyſtem einwirkt.

2) Bei anderen örtlich beſchränkten Congeſtionen, welche durch örtliche Einwirkungen, Hitze, Reiben, Bürſten, chemiſche Reize u. ſ. f. hervorgerufen werden, beobachtet man häufig erſt Bläſſe, dann vermehrte Röthe des Theils. Hier kann wegen örtlicher Beſchränkung der Erſcheinungen auf die Einwirkungsſtelle von einer vermehrten Blutzufuhr durch Erweiterung ganzer Arterien als Urſache der Congeſtion nicht wohl die Rede ſein. Eben ſo wenig läßt ſich begreifen, wie dieſelben Einflüſſe die Haargefäße eines Theils auf rein mechaniſche oder chemiſche Weiſe erſt verengern und dann erweitern ſollten. Die Erweiterung der Haargefäße kann alſo nur eine *vitale* ſein; aber auf welche Weiſe ſie vermittelt wird, ob durch unmittelbare Einwirkung der Urſache auf die Gefäßwände, oder durch eine mittelbare, durch die peripheriſchen Nerven, oder durch Einwirkung mittelſt der peripheriſchen Nerven erſt auf die Centraltheile des Nervenſyſtems und dann durch Reflex von dieſen aus — läßt ſich vorläufig nicht entſcheiden.

Abgeſehen von dem vermehrten Blutzufluß durch Erweiterung der Arterien, den wir in gewiſſen Fällen als Unterſtützungs- oder auch als Unterhaltungsmittel der Congeſtion nicht läugnen können, der aber in der Regel erſt ſecundär auftritt, kann man alſo ſagen:

»Die Erweiterung der Haargefäße bei der Congeſtion iſt eine ſelbſtſtändige, vitale, in Folge der Einwirkung der Congeſtionsurſache auf das Nervenſyſtem, und zwar bald direct auf die peripheriſchen Nerven, bald indirect

»durch Reflex von den Centraltheilen, — möglicherweise auch durch eine unmittelbare Einwirkung der Ursache auf die Gefäßwände.«

Die erweiterten Capillaren müssen aus physikalischen Gründen auch mehr Blut aufnehmen als im Normalzustande; die größere Blutmenge, welche in den im Congestionszustande befindlichen Theilen enthalten ist, ist also eine nothwendige Folge von der Erweiterung der Haargefäße.

Wie erklärt sich nun die bei der Erweiterung der Gefäße vorkommende, durch die mikroskopische Untersuchung nachweisbare Verlangsamung der Blutbewegung in den Capillaren?

Eben so wie sich aus rein physikalischen Gründen das Blut in verengten Gefäßen schneller vorwärts bewegt, wird es in erweiterten langsamer fließen. Aber diese physikalische Verlangsamung des Blutlaufs hat enge Grenzen, und dieselben Gründe, welche, wie wir oben sahen, sich der Beschleunigung in engen Gefäßen widersetzen, müssen die verlangsamte Bewegung in erweiterten schneller machen. Je weiter die Röhre und je geringer die Geschwindigkeit, um so geringer ist auch der Widerstand der Reibung, um so geringer also die Hindernisse der Vorwärtsbewegung, während auf der andern Seite die forttreibende Kraft des Herzens und der größeren Arterien, dann die Widerstandskraft der übrigen nicht erweiterten Capillaren unverändert dieselben bleiben. Da nun ein vermehrter Blutzufluß, wenn er in der Regel auch nicht als Ursache der Congestion auftritt, doch gewöhnlich bei längerer Dauer zu derselben hinzukommt, wie man aus dem stärkern und vollern Pulse der Arterien sieht, welche zu den in dauerndem Congestionszustand befindlichen Theilen laufen, und da dieser vermehrte Blutzufluß der Verlangsamung des Kreislaufs geradezu entgegenwirkt, so geht daraus hervor, daß die Verlangsamung der Blutbewegung bei der Congestion, insofern sie als eine rein physikalische Folge der Erweiterung der Haargefäße betrachtet werden kann, einen gewissen Grad nicht überschreiten darf.

Wir können also sagen: Die verlangsamte Blutbewegung in den Haargefäßen, welche bei der Congestion vorkommt, kann als eine rein physikalische Folge der Erweiterung betrachtet werden, aber nur dann, wenn sie gewisse Grenzen nicht überschreitet.

An die erwähnten Erscheinungen der Congestion schließen sich noch einige andere Vorgänge an, deren Erklärung im Folgenden versucht werden soll.

1) Vermehrter Blutzufluß: er kann, wie bereits erwähnt, nur da vorkommen, wo der Puls der entsprechenden Arterien verhältnißmäßig voller und stärker ist, als der der übrigen Arterien. Die Beobachtung lehrt, daß diese Erscheinung (seltene Fälle ausgenommen) nicht der Congestion vorausgeht, also nicht als Ursache derselben betrachtet werden kann, sondern in der Regel secundär zu derselben hinzutritt. Die Folgen dieses Vorgangs sind natürlich nicht Verlangsamung, sondern im Gegentheil Beschleunigung der Blutbewegung in den erweiterten Capillaren. Ist der Blutzufluß sehr vermehrt, so sind selbst die erweiterten Haargefäße nicht mehr im Stande, die zuströmende Blutmasse zu fördern und es erfolgt eine Zerreißung derselben und Blutaustritt in die umgebenden Theile. Diese Zerreißung erfolgt um so leichter, je mehr die Haargefäße erschlafft sind und je nachgiebiger das Parenchym der umgebenden Theile ist. Man beobachtet sie daher am häufigsten im Gehirn (Apoplexia congestiva) und in den Lungen (Blutergießung in die Bronchien durch Zerreißung der Lungengefäße — Haemoptoë ex congestione). Von der Erklärung dieser Erscheinung war schon oben die Rede; die nächste Ursache liegt immer in einer Erweiterung der Arterie, welche aus rein physikalischen Grün-

den bei größerm Durchmesser auch mehr Blut aufnimmt als vorher, daher einen vollern Puls zeigt; ist die Erweiterung nicht activer, sondern passiver Natur, d. h. rührt sie von Erschlaffung her, so wird die Arterie vom eindringenden Blute auch plötzlicher ausgedehnt als gewöhnlich, der Puls wird also nicht bloß voller, sondern auch stärker und die Arterie klopft. In beiden Fällen haben wir aber nichts weiter vor uns, als eine Fortpflanzung des Zustands der Haargefäße auf die Arterien, und die Ursachen der Erweiterung sind hier ohne Zweifel dieselben wie dort, nämlich Einwirkung der Krankheitsursache auf die peripherischen Nerven, entweder unmittelbar oder mittelbar durch Reflex von den Centraltheilen aus. Die Erweiterung der Arterien erklärt aber nur, daß sie mehr Blut als gewöhnlich aufnehmen; es folgt nicht daraus, daß sie diese größere Blutmenge auch forttreiben und mit einer bedeutenden Kraft in die Haargefäße hineinpumpen, was doch der Fall sein muß, da man so oft bei Congestionen Zerreißungen der Haargefäße beobachtet, die sich aus keinen anderen Gründen erklären lassen. Diese Erscheinung ließe sich, wie bereits erwähnt, dadurch erklären, daß die Arterien sich nicht bloß stärker erweitern, sondern darauf auch eben so stark, oder noch stärker zusammenziehen als gewöhnlich; sie müßten also temporär die Function eines Herzens übernehmen. Die Möglichkeit eines solchen Vorgangs kann wohl nicht bezweifelt werden, da die Arterien wirkliche Muskelfasern haben; wahrscheinlich kommen solche Fälle auch wirklich vor, bei jenen vorübergehenden verstärkten Pulsationen einzelner Arterien, wie man sie bei Verstimmungen des Nervensystems, bei Hypochondristen und Hysterischen, öfters beobachtet. Aber als gewöhnliche Ursache des vermehrten Blutzuflusses bei Congestionen kann dieser Vorgang nicht gelten: hier ist die Erweiterung der Haargefäße eine dauernde, man bemerkt keinen Wechsel von Erweiterung und Zusammenziehung an denselben. Eben dasselbe findet ohne Zweifel bei den Arterien Statt, sie sind nicht activ erweitert, sondern erschlafft, wie schon die größere Stärke des Pulses zeigt, welche von einer größern Nachgiebigkeit ihrer Wandungen herrührt. Die Erschlaffung der Arterien besteht aber eben darin, daß sie nicht bloß gegen die andringende Blutwelle nachgiebiger sind, also mehr Blut aufnehmen, als sonst; sondern auch sich weniger kräftig zusammenziehen, also weniger Blut wieder austreiben. Hier wird ohne Zweifel die mangelnde Contraction der Arterie durch den Druck der vom Herzen und von den unveränderten, nicht erweiterten großen Arterienstämmen ausgetriebenen Blutsäule einigermaßen ersetzt: ob dieser Druck hinreichend sei, auch die beobachteten Zerreißungen der Haargefäße hervorzubringen, läßt sich nicht streng durch Rechnung entscheiden, da man den Zahlenwerth der hiebei thätigen Factoren nicht bestimmen kann, doch ist es mehr als wahrscheinlich.

2) Vermehrte Röthe, ein Sympton, das bei der Congestion nie fehlt und in der Erweiterung der Haargefäße, resp. in der durch dieselbe bedingten Mehraufnahme von Blutkörperchen, seine genügende Erklärung findet. Erhöhung der Röthe ist auch in den Fällen vorhanden, wo kein vermehrter Blutzufluß stattfindet.

3) Vermehrte Wärme wird immer im zweiten Stadium der Congestion beobachtet. Wo man auch die Quelle der thierischen Wärme suchen mag, so viel bleibt gewiß, daß bei den höheren Thieren in den Haargefäßen und deren Umgebung durch chemische Processe (Kohlensäurebildung, wahrscheinlich auch Bildung von Wasser ꝛc.) beständig Wärme frei wird. Diese Processe erfolgen in den Flüssigkeiten des Parenchyms, in der Nähe der Capillaren, an den Wänden derselben, und ihre Quelle ist der Sauerstoffgehalt des Bluts. Je

mehr Blut mit dem Parenchym in Berührung kommt, je länger diese Berührung dauert, um so reichlicher ist die Bildung von Kohlensäure, um so mehr Wärme muß also frei werden. Beide Bedingungen sind aber bei dem zweiten Stadium der Congestion gegeben durch die Erweiterung der Haargefäße — Vergrößerung ihrer Oberfläche —, Vermehrung der in ihnen enthaltenen Blutmenge und langsamere Bewegung derselben. Die Vermehrung der Wärme ist objectiv fühlbar, sie kann also nicht allein von einer veränderten Nerventhätigkeit herrühren.

Eine Geschwulst ist bei Congestion in der Regel nicht vorhanden. In den Fällen, wo sie vorkommt, kann sie herrühren: von der Erweiterung und Ueberfüllung der Blutgefäße, wie in sehr blutreichen Organen, im erectilen Gewebe (wir lassen aber das Verhalten des erectilen Gewebes bei der Entzündung absichtlich außer Acht, weil die anatomische und die histologische Beschaffenheit desselben noch nicht ganz sicher festgestellt ist) — von der Zerreißung der Haargefäße und Blutaustritt ins Parenchym. Oedem und Exsudat, welche, wie wir später sehen werden, die Entzündungsgeschwulst veranlassen, kommen bei der Congestion nicht vor. Dagegen folgt aus den physikalischen Gesetzen der Endosmose und Exosmose, daß bei größerm Blutgehalt der Capillaren und bei Verlangsamung der Blutbewegung in denselben verhältnißmäßig mehr Blutflüssigkeit in das Parenchym eindringt und dadurch, wie wir später sehen werden, zuerst der Turgor und der Umfang, dann aber die Ernährung desselben vermehrt werden kann.

Fassen wir die Congestion als Ganzes auf, so bleibt uns noch übrig, die Verbindung der beiden, sie bildenden Momente zu betrachten.

Wir fanden als erstes Moment: Verengerung der Haargefäße und beschleunigte Blutbewegung in denselben mit Bläße und Verminderung der normalen Wärme; als zweites Moment: Erweiterung der Capillaren mit Blutanhäufung und verlangsamter Blutbewegung in denselben, vermehrte Röthe, gesteigerte Wärme und bisweilen vermehrten Blutzufluß. Ueber die Aufeinanderfolge dieser beiden Momente lehrt die Beobachtung Folgendes. In manchen Fällen von Congestion ist das erste Moment deutlich wahrnehmbar, so bei örtlicher Einwirkung von Kälte, bei Congestionen in Folge von Reiben, Bürsten ꝛc. bei psychischen Einflüssen, Furcht, Schreck, Zorn, Aerger. Bei den letzteren Einwirkungen bemerkt man aber manche individuelle Verschiedenheiten; manche Personen werden durch Affecte roth, andere blaß. In anderen Fällen von Congestion scheint das erste Moment zu fehlen oder so schnell in das zweite überzugehen, daß es nicht bemerkt wird, so bei örtlicher Einwirkung von Hitze, beim Genuß spirituöser Getränke u. s. f. Diese Verschiedenheit ist also theils eine äußere, von der Krankheitsursache abhängige, theils eine innere, individuelle. Wo aber beide Momente nach einander vorkommen, da werden sie von denselben Ursachen bewirkt, von einer Einwirkung der Causa morbifica (wahrscheinlich immer mittelst des Nervensystems) auf die Gefäße.

Vergleichen wir die Grundphänomene der Congestion, Verengerung und Erweiterung der Capillaren mit Zuziehung unserer eben erhaltenen Resultate mit ähnlichen Erscheinungen an anderen Theilen, so können wir erstere Krampf, letztere Lähmung oder besser Erschlaffung nennen. Wir sehen aber auch in anderen Fällen, wie bei den Muskeln, Erschlaffung als natürliche Folge des Krampfs auftreten, können also beide aus einer Ursache herleiten und das Ganze der Congestion so auffassen:

»Die Congestion entsteht dadurch, daß eine Krankheitsursache erst vorübergehenden Krampf, dann Erschlaffung oder Lähmung der Haargefäße be-

»wirkt. In manchen Fällen von Congestion ist aber der Krampf sehr schnell »vorübergehend oder er fehlt ganz, und es tritt sogleich Erschlaffung oder Läh»mung ein. Aus dieser einen Ursache lassen sich aber alle Erscheinungen der »Congestion genügend erklären, denn auch der vermehrte Blutzufluß beruht nur »auf einer Fortpflanzung der Erschlaffung auf die Arterien.«

Was das Verhältniß der Congestion zur Entzündung betrifft, so lehrt die Beobachtung, daß die Erscheinungen der Congestion, wenigstens des zweiten Moments derselben, in allen Fällen von Entzündungen vorkommen. Ob aber die nicht entzündliche Congestion ihrem Wesen nach mit der entzündlichen vollkommen gleich ist, oder ob zwischen beiden Verschiedenheiten stattfinden, dies wird erst später im Verlaufe dieser Untersuchungen klar werden.

Das zweite Moment der Entzündung ist: Stockung des Bluts in den Capillargefäßen und Austritt des Blutserums durch die Gefäßwände. Wir bezeichnen es mit dem Namen der Stase.

Der Modus dieses Vorgangs ist folgender: Erst fließt das Blut in den erweiterten Gefäßen langsamer vorwärts, dann oscillirt es, geht vor- und rückwärts, wie eine in Bewegung gesetzte Säge oder ein schwingendes Pendel, endlich stockt es ganz. Dabei werden die sogenannten Lymphräume an den Wänden des Gefäßes, wo keine Blutkörperchen, nur Plasma fließt, immer schmaler und zuletzt füllen die Blutkörperchen das ganze Gefäß aus. Es läßt sich aber zwischen den Erscheinungen der Congestion und denen der Stase keine strenge Grenze ziehen, die erstere geht unmittelbar in die letztere über.

Versuchen wir nun, mit Benutzung der bei der Congestion erhaltenen Resultate, diese Vorgänge zu erklären.

Die Verlangsamung der Blutbewegung in den Haargefäßen kommt in einem gewissen Grade schon bei der Congestion vor, als physikalische Folge der Erweiterung der Capillaren. Aber auf diese Weise kann nur eine geringe Verlangsamung entstehen, und diese Erklärungsart fällt ganz weg, sobald sich die Erweiterung auch auf die Arterien erstreckt und dadurch eine vermehrte Blutzufuhr bewirkt wird.

Den Zusammenhang der Oscillation, der ruckweisen Vor- und Rückwärtsbewegung des Bluts mit der Entzündung zu begreifen, ist sehr schwierig. Meine Ansicht darüber ist folgende: Man hat das Oscilliren nur an kleineren Thieren beobachtet, am Froschfuße, am Mesenterium von Säugthieren, welche durch mancherlei schmerzhafte und erschöpfende Vorrichtungen unter dem Mikroskope festgehalten wurden. Und auch hier sieht man nicht immer das Oscilliren der Stockung vorhergehen, sehr oft erfolgt letztere plötzlich, ohne vorgängiges Oscilliren, namentlich auf Anwendung chemischer Reize, z. B. von Essigsäure. Das Oscilliren wird am häufigsten beobachtet, wenn die Thiere sehr geschwächt sind oder in Asphyxie verfallen. In solchen Zuständen ist offenbar die Energie des Herzens und der großen Arterienstämme vermindert, das Blut wird also mit geringerer Kraft gegen die Haargefäße getrieben als gewöhnlich. Dort findet es in der Elasticität und dem Tonus der Capillaren einen Widerstand, der, so lange die Zusammenziehung des Herzens dauert, allerdings überwunden wird, daher das Vorwärtsströmen des Bluts; mit eintretender Diastole, während welcher die Stoßkraft des Herzens aufhört, wird aber der Widerstand der Haargefäße überwiegend, daher die eingedrungene Blutsäule einen Moment lang rückwärts geht. Das Vorwärtsgehen und Zurückweichen der Blutsäule ist ein vollkommen tactmäßiges, beide Momente dauern der Zeit nach gleich lange, aber dennoch schreitet das Blut dabei wirklich vorwärts, wie man sieht, wenn man ein einzelnes Blutkörperchen längere Zeit im Auge behält. Dieses rückt

bei jedem Stoffe weiter vor als es zurückgeht, und verschwindet endlich aus dem Gesichtsfeld. Ich glaube aus diesen Gründen, daß das Oscilliren der Blutsäule nicht wesentlich zur Entzündung gehört und nur Folge eines Schwächezustandes der Thiere ist; daß es daher bei einem Versuch, die Entzündungsvorgänge zu erklären, keine große Beachtung verdient.

Von der größten Wichtigkeit ist es dagegen, die Ursachen der Blutstockung aufzufinden.

Aus der Erschlaffung der Haargefäße läßt sich, wie wir oben gesehen haben, die Verlangsamung des Blutlaufes nur bis zu einem gewissen Grade erklären, noch viel weniger aber das gänzliche Stocken des Bluts. Denn in den erweiterten Capillaren wird das Blut ebenso von der nachkommenden Blutsäule fortgeschoben, wie in den normal beschaffenen. Der einzige Grund, warum es etwas langsamer fließt, ist aber der, daß dieselbe Blutmenge nicht nöthig hat, ebenso schnell zu fließen, um durch erweiterte Gefäße in derselben Zeit hindurchzuströmen, als durch engere. Im Gegentheil stellen aber erweiterte Gefäße der Fortbewegung einen noch geringern Widerstand entgegen als engere, weil die Reibung um so geringer ist, je weiter die Röhre und je geringer die Geschwindigkeit. Selbst bei Erschlaffung der entsprechenden Arterien kann ohne Mitwirkung anderer Ursachen keine Stockung eintreten, denn wenn auch hier der Tonus der Arterien fehlt, der allerdings ein Moment der Fortbewegung ist, so sind doch Herz und größere Arterienstämme im Stande, ihn zum Theil zu ersetzen, und der Ausfall wird durch die beiden erwähnten Momente: größerer Durchmesser der Röhre und geringere Geschwindigkeit des Blutlaufes, compensirt. Ueberdies nehmen erweiterte oder erschlaffte Arterien mehr Blut auf und führen den von ihnen versorgten Haargefäßen mehr davon zu als gewöhnlich. Dieser Umstand muß aber eine jede Verlangsamung des Kreislaufes geradezu verhindern. Es läßt sich also durchaus nicht begreifen, wie eine Erweiterung der Haargefäße, namentlich wenn sie mit Erschlaffung der entsprechenden Arterien verbunden ist, eine Blutstockung herbeiführen kann.

Man könnte vielleicht folgenden Einwurf machen. Durch die Erweiterung der Capillaren wird es möglich, daß da, wo früher nur ein Blutkörperchen nach dem andern hindurchrollte, jetzt mehre, zwei bis drei, sich nebeneinander bewegten, daß diese wegen ihrer platten Form sich aneinander legten, miteinander einkeilten, den nachfolgenden Blutkörperchen einen Damm entgegensetzten und dadurch die Veranlassung zu einer örtlichen Stockung bildeten, welche bei einmal gehemmten Abflusse sich immer weiter verbreitete. Aber dieser Erklärungsweise widerspricht die Beobachtung, denn

1) die Stockung geht nicht, wie man nach jener Hypothese erwarten müßte, von einzelnen Stellen aus, sie ist eine gleichmäßige und tritt in ganzen Partien des Capillarsystems gleichzeitig ein.

2) Bleiben die Lymphräume an den Wänden der Haargefäße auch bei verlangsamter Blutbewegung immer noch deutlich, und verlieren sich erst nach eingetretener Stockung völlig; ihr Verschwinden, welches doch bei Einkeilung der Blutkörperchen an den Stellen, wo sich Stockungen bilden, diesen vorausgehen müßte, kann also nicht als Ursache der Stockung betrachtet werden.

3) Müßten, wenn die Einkeilung von Blutkörperchen der Grund der Stockung wäre, da das Blut nach den Venen freien Abfluß hat, vor den Einkeilungsstellen gegen die Venen hin blutfreie Räume entstehen, was man nie beobachtet.

Die Einkeilung der Blutkörperchen kann also nicht den Grund der Blutstockung bilden, dagegen kann sie bei einer durch andere Ursachen hervorgerufenen Stockung allerdings hinzukommen, sich der späteren Wiederzusammenziehung der Haargefäße widersetzen und auf diese Weise eine schon bestehende Stockung unterhalten. Wir bezeichnen diese Art der Stockung mit dem Namen der passiven und werden später wieder auf sie zurückkommen.

Wenn nun der Grund der Stockung, wie wir bisher gesehen, weder in der Erschlaffung der Haargefäße, noch in einer Veränderung der Arterien gesucht werden kann; liegt er vielleicht im Venensystem? Er könnte dann nur in einem gehinderten Rückfluß des venösen Blutes gesucht werden; aber gegen eine solche Annahme sprechen Erfahrung sowohl als Analogie, denn

1) angestochene Venen, welche aus entzündeten Theilen kommen, geben, so weit sich dies quantitativ bestimmen läßt, nicht weniger Blut als gewöhnlich.

2) Läßt sich gar nicht denken, durch welchen Grund der venöse Rückfluß gehindert sein sollte; die venösen Enden der Haargefäße und die Anfänge der Venen sind zwar, wie die Haargefäße überhaupt, mit Blut überfüllt, aber eher erweitert als verengert; in den größeren Venen endlich ist ein solches Hinderniß in Folge der Entzündung noch weniger anzunehmen.

3) Lehrt die Erfahrung, daß da, wo wirklich Stockungen in Folge von gehindertem Rückfluß des Bluts in den Venen eintreten, die Erscheinungen ganz anders sind, als bei der entzündlichen Stockung. Wenn Geschwülste, der schwangere Uterus u. s. w. Venen in der Art comprimiren, daß der gehinderte Rückfluß des Bluts nicht durch den Collateralkreislauf ganz oder größtentheils ersetzt werden kann, so erfolgt allerdings Blutstockung in den kleineren Venen und den Enden der Haargefäße, und mit derselben ebenso wie bei der entzündlichen Stase ein Austreten des Blutserums aus den Gefäßen in die umgebenden Theile (Oedema, Hydrops), aber man vermißt alle übrigen, bei entzündlicher Stase vorkommenden Erscheinungen: Röthe, Hitze, vermehrtes Klopfen der Arterien, Austritt des Blutplasma u. dgl.

Also in den Venen kann der Grund der Blutstockung auch nicht gesucht werden.

Welches ist aber die Ursache derselben, welcher Theil, welches Gewebe vermittelt sie? denn einen materiellen Träger, einen festen Ausgangspunkt muß die Kraft doch wohl haben, welche die Blutkörperchen oder das Blut im Ganzen zurückhält, seine Weiterbewegung trotz der vis a tergo hindert. Läugnen wir diese materielle Grundlage, so läugnen wir damit überhaupt die Möglichkeit, diese Vorgänge begreifen und mit Aussicht auf Erfolg bekämpfen zu können.

Da bisher bewiesen wurde, daß die Kraft, welche das Blut zurückhält, nicht in materiellen Hindernissen bestehen kann, so bleibt nur übrig, eine vitale Zurückhaltung des Bluts in Folge einer vermehrten Anziehung zwischen dem Blut und den umgebenden Theilen anzunehmen. Diese vitale Anziehung betrachten wir aber vorläufig erst als eine sehr wahrscheinliche Hypothese, da unsere Kenntnisse von den physikalischen Gesetzen des Laufes von Flüssigkeiten überhaupt, um so mehr von Flüssigkeiten mit körperlichen Theilen, in Haarröhrchen, wie die Capillaren sind, noch sehr viele Lücken haben.

Diese vermehrte Anziehung kann nun ihren Grund haben in einer Veränderung der vitalen Kräfte

1) des Bluts
2) der umgebenden Theile, und
3) dieser beiden Elemente zusammen.

Betrachten wir diese Möglichkeiten näher.

1) Veränderung der vitalen Kräfte des Bluts. Gegen eine solche Annahme läßt sich der Einwurf machen: Wenn die Ursache der Stockung allein im Blute läge, so müßte ja das Blut nicht bloß in den entzündeten Theilen, sondern überall im ganzen Körper, in allen Capillargefäßen, ja in den Arterien und Venen, selbst im Herzen stocken. Dieser Einwurf ist aber nur zur Hälfte richtig; er beweis't allerdings, daß man den Grund der Stockung nie allein im Blute suchen darf, hindert aber nicht anzunehmen, daß wenigstens ein Theil der zurückhaltenden Kraft in einer vitalen Veränderung des Bluts begründet sein kann. Denken wir uns die rückhaltenden Kräfte getheilt, zur Hälfte an das Parenchym des entzündeten Theiles, zur andern Hälfte ans Blut gebunden: beide Hälften zusammen gerade stark genug, der vis a tergo des Kreislaufs die Wage zu halten, so wird das Blut wohl in den entzündeten Theilen stocken, weil hier beide Kräfte zusammen wirken, nicht aber in den gesunden Partien, wo die Kraft des Bluts allein der vis a tergo nicht widerstehen kann.

Wichtiger ist folgender Einwurf: Wenn die Stockung immer, wiewohl nur theilweise, vom Blute abhängt, so muß man nothwendig annehmen, daß das Blut in allen Fällen von Entzündung eine Veränderung in seinen vitalen Kräften erleidet. Ist die Größe des Theiles der Kraft, welche dem Parenchym zukommt, immer dieselbe, so muß auch das Blut in allen Fällen von entzündlicher Stase den gleichen Grad von Veränderung erfahren, wenn eine Stockung erfolgen soll; es müßte also bei der geringsten Verletzung, nach einem Nadelstich, einer kaum blutenden Hautwunde dgl., beim Rasiren u. s. f. die ganze Blutmasse des Körpers dieselbe vitale Veränderung erleiden, wie bei der heftigsten Pneumonie. Eine solche Annahme gelten zu lassen, möchte aber selbst für enthusiastische Humoralpathologen manches Bedenkliche haben. Es ist daher wahrscheinlicher, daß die zurückhaltende Kraft immer nur zum Theil und bisweilen nur zum sehr kleinen Theil an das Blut gebunden ist; in welchen Fällen von Entzündung solche vitale Veränderungen des Bluts angenommen werden dürfen, davon sogleich. Vorher betrachten wir aber die Ansicht, nach welcher

2) die rückhaltende Kraft des Bluts vorzugsweise auf einer Veränderung der vitalen Kräfte des Parenchyms beruht. Eine Veränderung des Bluts kann also, nach dem Vorhergehenden, nicht als alleinige Ursache der entzündlichen Stase betrachtet werden; daß aber eine örtlich vermehrte Anziehung des Parenchyms zum Blute, stark genug, um den vereinten Kräften der Blutbewegung die Wage zu halten, für sich allein eine Stockung des Bluts bewirken könne, daran wird Niemand zweifeln. In welchen Theilen des Parenchyms hätten wir nun diese rückhaltende Kraft des Bluts zu suchen: in den Wänden der Gefäße? in den Nerven? in den einzelnen Gewebstheilen? oder dem Parenchym im Ganzen? Sie in den Wänden der Haargefäße allein zu suchen, ist deßwegen mißlich, weil ein Theil des Bluts, das Blutplasma, sich bei der Entzündung weit über die Gefäßwände hinaus ins Parenchym ergießt, also der Entzündungsproceß nicht auf die Gefäße beschränkt bleibt. Als ihren ausschließlichen Sitz das Nervensystem anzunehmen, geht nicht wohl an, weil das Blut nicht vorzugsweise in der Nähe der Nervenenden, ihres Verlaufes, ihrer Endplexus stockt, sondern überall gleichmäßig. Sie in einzelnen histologischen Elementartheilen anderer Art, z. B. im Bindegewebe zu suchen, wäre deßhalb ungenügend, weil ja Entzündung in allen Theilen des Körpers vorkommt, deren histologische Elemente oft sehr verschieden sind. Wir

betrachten daher vor der Hand das Parenchym im Ganzen als Sitz der zurückhaltenden Kraft, um so mehr als dieser Punkt einen sehr untergeordneten Werth hat, so lange die physiologischen Kräfte der einzelnen Elementartheile nicht besser bekannt sind, als gegenwärtig.

Wichtiger ist die Frage: Wie wird die erwähnte Kraft durch die Entzündungsursache dem Parenchym mitgetheilt? wirkt die Krankheitsursache unmittelbar auf das Parenchym oder durch die Vermittelung der Nerven?

Daß die Einwirkung vorzugsweise durch Vermittlung des Nervensystemes erfolgt, dafür sprechen folgende Thatsachen.

1) Entstehen manche Entzündungen sehr wahrscheinlich durch Reflex von den Centraltheilen des Nervensystems aus — so z. B. die rheumatischen Entzündungen nach Erkältungen — also doch wohl durch Vermittelung des Nervensystems. Wir kommen später auf sie zurück.

2) Macht eine Entzündung in Theilen, deren Nerven durchschnitten sind, einen andern als den gewöhnlichen Verlauf, wie man bei Experimenten an Thieren findet; dies setzt aber doch einen gewissen Einfluß des Nervensystems auf die Entzündung voraus.

Uebrigens läßt sich diese Frage, wie bereits früher bei der Congestion angegeben wurde, noch nicht mit Sicherheit entscheiden, und es ist möglich, daß es Fälle giebt, wo die Krankheitsursache mit Umgehung der Nerven unmittelbar auf das Parenchym einwirkt.

Betrachten wir nun die Fälle, wo

3) die rückhaltende Kraft wahrscheinlich zwischen Blut und Parenchym getheilt ist. Es giebt offenbar Fälle, wo die Stase nicht von einer Veränderung des Parenchyms allein, sondern auch von einer gleichzeitigen Veränderung des Bluts abhängt. Wir erinnern an die Untersuchungen von Andral und Gavarret, von Simon, welche beweisen, daß das Blut bei bedeutenden Entzündungen, bei Rheumatismus acutus, bei Pleuresien einen vermehrten Faserstoffgehalt zeigt. Die größere Menge des Faserstoffs erklärt freilich für sich allein die Geneigtheit zu örtlichen Stasen nicht, aber es ist doch sehr wahrscheinlich, daß mit dieser materiellen Veränderung zugleich eine vitale Veränderung des Bluts zugegen sei, welche, indem sie strebt, den Ueberschuß der Fibrine zu entfernen, eine örtliche Stockung hervorruft oder wenigstens begünstigt. Wenn man bedenkt, mit welcher Leichtigkeit z. B. beim Rheumatismus acutus durch sehr unbedeutende Ursachen, ja ohne alle nachweisbare Veranlassung Entzündungen der verschiedenen Gelenke entstehen, so wird man es wenigstens wahrscheinlich finden, daß hier ein Theil der Ursache, welche die Stockung veranlaßt, im Blute liegt. Dasselbe gilt von allen den Fällen, wo man den Grund der Entzündung schon seit langer Zeit wenigstens zum großen Theil in einer entzündlichen Disposition (Diathesis inflammatoria) sucht, die sich durch eine eigenthümliche Beschaffenheit des aus der Ader gelassenenen Bluts — Vermehrung des Faserstoffs und Bildung einer Speckhaut — äußert, und deren Dasein sich durchaus nicht bestreiten läßt, wenn es gleich vor der Hand nur eine wahrscheinliche Hypothese ist, daß in diesen Fällen neben der materiellen Veränderung auch eine vitale Umstimmung im Blute zugegen ist.

Die Stockung des Bluts hängt also wahrscheinlich ab von einer vermehrten Anziehung zwischen Blut und Parenchym, und diese Anziehung wird ausgeübt:

1) in der Mehrzahl der Fälle von dem Parenchym des kranken Theiles, dem sie entweder unmittelbar durch die Krankheitsursache, oder mittelbar durch das Nervensystem übertragen wurde.

2) In anderen Fällen beruht ein Theil der vermehrten Anziehung außer einer Veränderung der vitalen Kräfte des Parenchyms auch noch auf einer vitalen Veränderung der Blutmasse.

Wir kommen nun zur Erklärung eines andern Vorganges bei der Stase, welchen uns die Beobachtung kennen gelehrt hat; nämlich des Umstandes, daß die Blutkörperchen, welche beim gewöhnlichen Kreislauf nur in der Mitte des Gefäßes fortrollen und an den Wänden freie, nur von Plasma erfüllte Räume, die Lymphräume, lassen, sich in demselben Maaße, als die Stockung fortschreitet, mehr den Wänden nähern und zuletzt den ganzen Durchmesser des erweiterten Gefäßes ausfüllen, wobei die Lymphräume verschwinden. Dieser Vorgang findet seine natürliche Erklärung in der angenommenen vermehrten Anziehung zwischen Blut und Parenchym, wodurch die Blutkörperchen natürlich den Gefäßwänden genähert werden. Die sogleich näher zu betrachtenden gleichzeitigen Vorgänge, das Austreten von Blutserum und Blutplasma aus den Gefäßen, tragen ebenfalls dazu bei, da durch die Verminderung der Blutflüssigkeit die Blutkörperchen genöthigt werden, sich sowohl näher aneinander, als auch inniger an die Wandungen der Haargefäße anzulegen.

Ein anderer Vorgang, den wir als zur Stase gehörig hier anreihen, ist der Austritt von Blutserum aus den Capillargefäßen in die Zwischenräume des Parenchyms, in naheliegende natürliche oder künstliche Höhlen u. s. w. Daß diese Erscheinung bei der Entzündung wirklich vorkommt, kann nicht bezweifelt werden; sie wird Gegenstand der unmittelbaren Beobachtung bei vielen Entzündungen äußerer Theile, bei Entzündungen nach Vesicantien, nach Verbrennungen, durch Druck (des Schuhwerks an den Füßen, an den Händen bei gewaltsamen Arbeiten), auch bei spontanen Entzündungen (Erysipelas bullosum), überhaupt bei allen entzündlichen Blasenbildungen. In allen diesen erhebt sich die Oberhaut in Gestalt einer mit Flüssigkeit gefüllten Blase. Die Flüssigkeit dieser Blase hat aber in ihrer qualitativen Mischung immer, sehr oft auch in ihrer quantitativen, die chemische Zusammensetzung des Blutserums, wenn sie zu einer gewissen Zeit, bald nach Bildung der Blase, entleert wird, denn später enthält sie auch Blutplasma, also aufgelösten Faserstoff. Daß diese Erscheinung auch bei anderen Entzündungen in inneren Theilen vorkommt, und ein wesentliches Moment einer jeden Entzündung ist, läßt sich zwar nicht streng beweisen, ist aber sehr wahrscheinlich, da viele Erfahrungen dafür sprechen: man beobachtet Erguß von Blutserum bei Hydrocephalus acutus, bei entzündlichem Hydrothorax, bei Pericarditis in serösen Höhlen, nach Scharlach im Zellgewebe, ebenso bei entzündlichem Oedem u. s. w. Doch lehrt schon die Beobachtung an äußeren Theilen, daß die Absonderung von Blutserum in manchen Fällen eine sehr kurze Dauer hat, und sehr bald der Absonderung von Blutplasma Platz macht, also schon aus diesem Grunde sich häufig der Beobachtung entziehen muß.

Eine andere Frage ist die, ob die Absonderung von Blutserum wirklich, wie wir hier angenommen haben, gleichzeitig mit dem Anfang der Stase auftritt, denn die unmittelbare Beobachtung lehrt uns nur, daß sie überhaupt während des Verlaufes der Entzündung auftritt, nicht aber, welchem Stadium derselben sie angehört. Doch wird unsere Annahme aus anderen Beobachtungen wahrscheinlich. Wir sehen nämlich in allen Fällen, wo Stockungen des Blutlaufs, durch mechanische Hindernisse im Venensystem, eintreten, Ergießung von Blutserum erfolgen; wenn Geschwülste der Leistendrüsen die Vena cruralis comprimiren, entsteht Oedem der betreffenden unteren Extremität, — bei Druck der entarteten Leber auf die Vena por-

tarum und Vena cava inferior Bauchwassersucht und Oedem der untern Körperhälfte. Dieses Gesetz, daß Stockungen des Bluts vom Austreten von Blutserum begleitet werden, ist so ohne Ausnahmen [1]), daß wir beide Momente als durchaus zusammengehörend betrachten und den bei Entzündungen vorkommenden Austritt von Blutserum ohne Bedenken der entzündlichen Stase als nothwendiges Glied anreihen können.

Schwieriger erscheint eine physiologische Erklärung dieser Erscheinung. Es ist vor der Hand wohl unmöglich, anzugeben, warum bei einer Stockung des Bluts nicht die ganze Blutflüssigkeit, sondern nur das Blutserum — Blutplasma ohne den Faserstoff — aus den Gefäßen austritt. Das Beste scheint, einstweilen auf jede Erklärung zu verzichten, und sich mit der Thatsache zu begnügen. Ebenso schwierig ist die Erklärung eines andern Umstandes, der hiebeistattfindet. Die ausgetretene Flüssigkeit enthält zwar immer dieselben chemischen Bestandtheile: Wasser, Eiweiß, extractartige Materien und Salze; — aber das quantitative Verhältniß dieser Bestandtheile ist nicht immer dasselbe. Bisweilen stimmt sie in ihrer quantitativen Zusammensetzung so ganz genau mit dem gewöhnlichen Blutserum überein, daß man sie für absolut identisch mit demselben erklären muß; in anderen Fällen aber, und zwar sehr häufig, ist der Gehalt an Wasser und Salzen nahe derselbe, wie beim Blutserum, aber die Menge der organischen Bestandtheile, des Eiweiß und der extractartigen Materien ist großen Schwankungen unterworfen und oft eine sehr geringe [2]). Zum Theil lassen sich diese Schwankungen wohl daraus erklären, daß auch die chemische Zusammensetzung des Blutserums im gesunden und kranken menschlichen Körper nicht immer dieselbe ist, aber diese Schwankungen reichen nicht hin, die sehr bedeutenden Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der hydropischen Flüssigkeiten zu erklären. Vielleicht erhalten wir später, wenn die zum Theil noch räthselhaften Gesetze der Endosmose und Exosmose thierischer Flüssigkeiten genauer gekannt sein werden, auch über diesen Punkt befriedigende Aufschlüsse.

Aus dem Bisherigen folgt, daß zwischen der entzündlichen und mechanischen Stase bedeutende Verschiedenheiten obwalten, sowohl in Bezug auf die Ursache, als auf die mit beiden verbundenen Erscheinungen, daß beide nicht mit einander verwechselt werden dürfen, und daß es unrichtig ist, den ganzen Entzündungsproceß mit dem Namen der Stase zu belegen.

Wir kommen nun zum dritten Moment der Entzündung, welches unmittelbar auf die Stase folgt. Es besteht in einem Durchschwitzen des Blutplasma — der ganzen Blutflüssigkeit ohne die Blutkörperchen — durch die Gefäßwände. Wir wollen es Exsudation nennen.

Durch die vorhergehenden Untersuchungen hat sich als wahrscheinliche Ursache der entzündlichen Stase eine vermehrte Anziehung zwischen Blut und Parenchym ergeben. Aus demselben Grunde läßt sich auch die Exsudation sehr leicht erklären. Das Blut im Ganzen wird vom Parenchym angezogen; die Blutkörperchen können natürlich nicht durch die Gefäßwände hindurch, sie müssen in den Gefäßen bleiben, so lange nicht Zerreißungen derselben erfolgen. Aber die Blutflüssigkeit kann ohne Hindernisse dem Zuge gegen das Parenchym hin folgen, da die Gefäßwände für dieselbe nicht undurchdringlich sind; sie wird sich also in das umliegende Parenchym ergießen und die Zwischenräume desselben erfüllen. Schwieriger ist nach dieser Erklärungsweise einzusehen,

---

[1]) Vergl. meine patholog. Anat.

[2]) Vergl. hierüber eine Zusammenstellung von eigenen und fremden chemischen Analysen in meiner patholog. Anat.

warum das Blutplasma sich von entzündeten Flächen aus in Höhlen ergießt, z. B. bei Pleuritis, Peritoneitis u. s. w. Hier wird das Angezogene, vielleicht durch das nachfolgende Blutplasma verdrängt, über den festen Punkt der Anziehung hinausgeführt. Für diese Fälle bietet sich noch eine andere Erklärungsweise dar, die aber bei näherer Prüfung nicht Stich hält. Man könnte sagen: In Folge der Erweiterung der Capillaren und der vermehrten Blutanhäufung in denselben muß schon nach physikalischen Gesetzen eine reichlichere Durchtränkung der umgebenden Theile mit Blutplasma erfolgen, als im normalen Zustande. Dem widerspricht aber die Beobachtung der mechanischen Stase; hier sind ebenfalls diese beiden Bedingungen gegeben: Erweiterung der Gefäße und Blutüberfüllung derselben, und doch erfolgt nicht, wie man erwarten sollte, eine vermehrte Durchschwitzung von Blutplasma, sondern nur eine vermehrte Absonderung von Blutserum.

Mit der Betrachtung dieser drei Momente ist vorläufig der Entzündungsproceß erschöpft.

Dem denkenden Leser wird es bereits aufgefallen sein, daß sich aus der einen supponirten Grundursache der Entzündung — der vermehrten Anziehung des Parenchyms eines Theiles zum Blute — alle Entzündungserscheinungen, selbst die Congestion, soweit sie zur Entzündung gehört, genügend erklären lassen. Nur das erste Stadium der Congestion, welches sich durch Verengerung der Haargefäße und Bläße des betreffenden Theiles äußert, setzt eine andere Ursache voraus; aber dieses Stadium wird auch bei eigentlichen Entzündungen sehr selten beobachtet. Die Erklärung aller übrigen Erscheinungen ist eine sehr ungezwungene: durch das vom Parenchym angezogene Blut werden die Haargefäße mechanisch ausgedehnt, daher Blutanhäufung (Congestion), das angehäufte Blut wird zurückgehalten und stockt (Stase); mit ihr geht Hand in Hand der noch unerklärte Austritt von Blutserum. Zugleich mit dem Stocken des Bluts tritt der Theil desselben, welcher der Anziehung des Parenchyms Folge leisten kann, die Blutflüssigkeit, durch die Gefäßwände hindurch in das Parenchym.

Es bleibt nur noch übrig, eine Reihe von Symptomen zu erklären, welche außer den erwähnten Erscheinungen die Entzündung fast immer begleiten; es sind die vier Cardinalsymptome der Entzündung: Schmerz, Röthe, Hitze, Geschwulst, zu denen sich noch als fünftes Blutaustritt (Extravasat) gesellt.

Der Schmerz bei Entzündungen kann verschiedene Ursachen haben, er ist

1) ein primärer, reiner Wundschmerz, der mit der nachfolgenden Entzündung gar nichts zu thun hat und durch die unmittelbare Einwirkung der Entzündungsursache auf die peripherischen Nerven eines verletzten Theiles entsteht; so bei allen Verletzungen, Wunden, chemischen Reizen, Verbrennungen und dergleichen.

2) Kann er möglicherweise secundär durch Reflex von den Centraltheilen des Nervensystems aus entstehen, so daß der Sitz des Schmerzes nur scheinbar die äußeren Theile, in der That aber Gehirn, Medulla oblongata oder Rückenmark sind; ich glaube, daß dies z. B. bei rheumatischen Schmerzen, welche rheumatischen Entzündungen vorausgehen, der Fall ist.

In beiden Fällen hängt der Schmerz direkt von der Entzündungsursache ab, und geht mit den anderen Erscheinungen der Entzündung parallel, ist nicht eine bloße Folge derselben.

3) Entsteht er später durch den Druck der erweiterten, mit Blut überfüllten Haargefäße oder Arterien, und in einem noch spätern Stadium durch den Druck des Exsudates auf die Nerven des afficirten Theils.

4) Endlich entsteht ein gewisser Grad von Schmerzgefühl bei der Entzündung durch die erhöhte Wärme des Theils.

Vom eigentlichen Schmerz bei der Entzündung ist zu unterscheiden die erhöhte Empfindlichkeit des Theils: er schmerzt beim Druck und bei Bewegungen, die im Normalzustande schmerzlos sind. Diese ist ohne Zweifel durch eine veränderte Qualität der peripherischen Nerven bedingt; die Erforschung ihrer Ursachen muß aber einem andern Gebiete überlassen bleiben.

Die vermehrte Röthe erklärt sich von selbst aus den schon oben bei der Congestion angegebenen Gründen: Ueberfüllung der erweiterten Haargefäße mit Blutkörperchen. Doch verdienen hiebei einige Fragen eine besondere Beachtung. Die erste ist die Ansicht, daß sich bei der Entzündung neue Gefäße bilden. In den verschiedenen Stadien des eigentlichen Entzündungsprocesses, bei der Congestion und Exsudation, hat man nie eine Bildung neuer Gefäße beobachtet, wohl aber kommt sie vor bei der Weiterentwicklung des durch die Entzündung gesetzten Exsudats. Bei allen acuten, schnell verlaufenden Entzündungen kann also eine Bildung neuer Gefäße nie als Ursache, oder auch nur als Mitursache der vermehrten Röthe betrachtet werden. Anders verhält es sich bei sehr in die Länge gezogenen, den sogenannten chronischen Entzündungen, wo gewöhnlich die Erscheinungen der eigentlichen Entzündung mit denen der Entzündungsausgänge gleichzeitig vorkommen. Hier kann allerdings eine vermehrte Röthe durch neugebildete Gefäße veranlaßt werden, welche sich selbst wieder im Zustand der Congestion oder Entzündung befinden.

Eine andere Ansicht ist die, daß sich bei der Entzündung sogenannte seröse Gefäße, d. h. solche, welche wegen ihres geringen Durchmessers keine Blutkörperchen, sondern bloß Blutplasma führen können, erweitern, Blutkörperchen aufnehmen, und daß dadurch, wenn auch nicht allein, doch zum Theil, die Entzündungsröthe veranlaßt wird. Aber dies ist eine bloße Hypothese. Niemand hat mit Bestimmtheit solche seröse Gefäße gesehen. Es kommt zwar bisweilen vor, daß einzelne kleine Haargefäße, wenn sich ihre Anfänge durch ein querliegendes Blutkörperchen momentan verstopft haben, oder von Außen zusammengedrückt werden, für kurze Zeit bloßes Plasma und keine Blutkörperchen führen; aber dieser Zustand dauert immer nur kurze Zeit und macht bald dem normalen wieder Platz. Gefäße, die bloß Plasma, keine Körperchen führen, wären, da ihre Wandungen noch zarter, also noch weniger sichtbar sein müßten, als die der gewöhnlichen Haargefäße, unter dem Mikroskop geradezu unsichtbar; daher spricht freilich ihre Nichtbeobachtung eben so wenig gegen als für ihre Existenz. Aber letztere ist auch aus theoretischen Gründen höchst unwahrscheinlich. Die umgebenden Theile müssen vermöge ihrer Elasticität ein beständiges Streben äußern, diese höchst zarten Gefäße, deren Wandungen keinen großen Widerstand leisten können, zusammenzudrücken und allmälich ganz zu verschließen, um so mehr, da ihnen die Blutkörperchen, als mechanisches Ausdehnungs- und Offenerhaltungsmittel fehlen. Ueberdies ist die Annahme seröser Gefäße zur Erklärung der Entzündungsröthe ganz überflüssig. Schon die gewöhnlichen Capillargefäße sind dem freien Auge ganz unsichtbar, und Theile, in welchen dieselben nur sparsam vorhanden sind, wie das Fettzellgewebe, die serösen Häute, erscheinen trotz ihrer Haargefäße ganz ungefärbt. Bei der Entzündung werden aber letztere nicht nur um das Doppelte und Dreifache weiter, sondern die Menge der Blutkörperchen in denselben vermehrt sich, da diese wegen des Austretens von Plasma sich enger aneinander drängen und auch die farblosen Lymphräume erfüllen, wohl um das Acht-, ja Zehnfache. In demselben

Maße steigt aber auch die Intensität der Röthe, welche allein von der Menge der Blutkörperchen abhängt.

Die Entzündungsröthe wird in manchen Fällen noch vermehrt durch das Austreten von Blut aus den zerrissenen Gefäßen in das Parenchym der Theile.

Vermehrte Röthe eines Theils kann außer den eben erwähnten Ursachen: Ueberfüllung der erweiterten Gefäße mit Blutkörperchen und Extravasat von Blut ins Parenchym, noch von einem dritten Grunde: einer Tränkung der Theile mit aufgelöstem Blutfarbestoff — herrühren. Diese kommt aber bei reinen Entzündungen nie vor. Durch die mikroskopische Untersuchung ist man allein im Stande, in vorkommenden Fällen die Natur einer vermehrten Röthe mit Bestimmtheit zu ermitteln. Ihre Unterscheidung [1]) ist leicht und folgt aus den obigen Angaben von selbst.

Auch die erhöhte Temperatur bei der Entzündung läßt sich aus denselben Gründen erklären, welche bei der Congestion dafür angegeben wurden. Wahrscheinlich entsteht sie dadurch, daß der Sauerstoff der in großer Menge angehäuften Blutkörperchen durch das längere Verweilen derselben in den Haargefäßen und ihre innigere Berührung mit den Wänden der Capillaren vollständiger als sonst in Kohlensäure (vielleicht auch zum Theil in Wasser?) umgewandelt wird. Dies ist wenigstens sehr wahrscheinlich, muß aber erst durch Experimente bewiesen werden. Es folgt nämlich aus dieser Annahme, daß das aus entzündeten Theilen zurückfließende Venenblut reicher an Kohlensäure und ärmer an Sauerstoff sein muß, als das gewöhnliche Venenblut. Vergleichende Untersuchungen über diesen Gegenstand sind aber, so viel ich weiß, bis jetzt noch nicht gemacht worden, so wünschenswerth es wäre. — Das Blut stockt, wie bereits erwähnt, in den Haargefäßen entzündeter Theile nicht völlig, ein Theil desselben fließt in Folge des Drucks der nachfolgenden Blutsäule beständig in die Venen ab, während der Abfluß durch neuen Zufluß ersetzt, oder vielmehr durch diesen neuen Zufluß der Abfluß bedingt wird. Da nun das neu ankommende Blut beständig neuen Sauerstoff zuführt, so erklärt sich auch, warum die Temperaturerhöhung in entzündeten Theilen keine vorübergehende, sondern eine bleibende ist.

Die Geschwulst ist eine Erscheinung, welche die wirkliche Entzündung vor der bloßen Congestion voraus hat. Sie kann von verschiedenen Ursachen abhängen, die aber alle auf den Entzündungsvorgängen selbst beruhen. Diese Ursachen sind entweder

1) Erguß von Blutserum in das Parenchym des entzündeten Theils (entzündliches Oedem) — bildet für sich allein nur selten die entzündliche Geschwulst.

2) Exsudation von Blutplasma in das Parenchym (entzündliches Exsudat) ist der häufigste Grund der Entzündungsgeschwulst; — oder

3) Austritt von Blut mit Blutkörperchen ins Parenchym aus zerrissenen Gefäßen (Extravasat), was wir sogleich näher betrachten.

Blutaustritt (Extravasat), das letzte der zu betrachtenden Entzündungssymptome, findet sich zwar nicht bei jeder Entzündung, aber doch in sehr vielen Fällen. Bei Pneumonien fehlt der Bluterguß fast nie, wie man schon daraus erkennt, daß der Auswurf fast immer Blutkörperchen enthält (Sputa crocea); sehr häufig ist er bei Entzündung der Gehirnhäute oder der Gehirn-

[1]) Wegen der genaueren Merkmale und allenfallsigen, in speciellen Fällen nöthigen Vorsichtsmaßregeln muß ich auf meine patholog. Anat. und auf die Icones patholog. T. II. verweisen.

ſubſtanz ſelbſt (entzündliche Apoplexie). Er wird hier, vorzüglich begünſtigt durch Schlaffheit und geringes Widerſtandsvermögen des Parenchyms.

Der Blutaustritt hat ſeinen Grund immer in einer Zerreißung der Gefäße; er wird veranlaßt:

1) durch größere Blutzufuhr in Folge einer Theilnahme größerer Arterien, wie es bereits bei der Congeſtion auseinandergeſetzt wurde;

2) wahrſcheinlich auch durch die vermehrte Anziehung des Parenchyms zum Blute unmittelbar, wenn dieſe Anziehung ſtark genug iſt, um eine Zerreißung der Haargefäße zu veranlaſſen — doch iſt dies, wie unſere ganze Hypotheſe, vorläufig nur eine wahrſcheinliche Vermuthung.

Auch vom anatomiſchen Geſichtspunkt aus kann das Extravaſat Verſchiedenheiten zeigen, es iſt nämlich, wie bereits erwähnt, entweder in ſparſamen größeren Maſſen, oder in ſehr vielen kleinen Blutpunkten abgelagert, die ſo klein ſein, und ſich ſo nahe an einander finden können, daß das ganze Parenchym gleichmäßig geröthet erſcheint, wie man bisweilen beim Gehirn ſieht. Zwiſchen dieſen beiden Extremen können natürlich alle Mittelſtufen vorkommen.

Faſſen wir nochmals zur beſſern Ueberſicht alles bisher Betrachtete in ein paar Worten zuſammen.

Der Entzündungsproceß beſteht aus den folgenden Vorgängen: Erweiterung der Haargefäße (mit oder ohne vorgängige Verengerung derſelben), Ueberfüllung derſelben mit Blut (namentlich Blutkörperchen), Stocken des letztern, und gleichzeitig Durchtritt, erſt des Blutſerums, dann des ganzen Blutplasma, durch die Gefäßwände in die umgebenden Theile.

Dieſe Vorgänge ſowohl als ihre Aufeinanderfolge laſſen ſich auf ziemlich genügende Weiſe aus einer Urſache erklären, nämlich aus einer durch die Entzündungsurſache geſetzten Veränderung in den vitalen Kräften des kranken Theils. Dieſe Veränderung beſteht in einer vermehrten Anziehung ſeines Parenchyms zum Blute; ſie kann in manchen Fällen zum kleinern oder größern Theil auch von einer vitalen Veränderung des Bluts herrühren, welche letztere aber in der Regel auch von einer materiellen Veränderung dieſes thieriſchen Bildungsſtoffs begleitet wird.

Iſt die Annahme einer ſolchen geſteigerten Anziehungskraft auch vor der Hand noch eine bloße Hypotheſe, ſo ſcheint ſie ſich doch mit einer gewiſſen Nothwendigkeit aufzudrängen. Wie dieſe Kraft den kranken Theilen von der Entzündungsurſache übertragen wird, iſt noch nicht ganz klar. In einigen Fällen geſchieht es offenbar vermittelſt der Centraltheile des Nervenſyſtems durch Reflex: ſo bei den inneren Entzündungen nach Erkältungen äußerer Theile, bei allen ſympathiſchen Entzündungen. In anderen Fällen, wo die Krankheitsurſache unmittelbar auf den kranken Theil einwirkt, wird die vermehrte Anziehung entweder ebenfalls durch die Centraltheile des Nervenſyſtems, durch Reflex, dem kranken Theile übertragen, oder durch unmittelbare Einwirkung der Krankheitsurſache auf die centrifugalen peripheriſchen Nerven, oder vielleicht auch durch unmittelbare Einwirkung der Urſache auf das Parenchym; vielleicht kommen alle dieſe verſchiedenen Möglichkeiten vor.

Nach unſerer Annahme findet zwiſchen der eigentlichen, nicht in Entzündung übergehenden, und zwiſchen der entzündlichen Congeſtion in der Urſache eine Verſchiedenheit Statt. Erſtere geht, wie wir geſehen haben, von einer ſelbſtſtändigen Erweiterung oder Erſchlaffung der Haargefäße aus, als deren Folge die Blutanhäufung erſcheint. Bei der letztern iſt die Blutanhäufung in Folge einer vermehrten Anziehung zwiſchen Blut und Parenchym das erſte, und die Ausdehnung der Capillaren das zweite, conſecutive Moment. Die

Beobachtung lehrt auch, daß durch heftige örtliche Einwirkungen, z. B. Quetschungen, Verbrennungen, sogleich örtliche Entzündung, ohne vorgängige Congestion eintreten kann. Wir müssen daher zwischen gewöhnlicher und entzündlicher Congestion unterscheiden und sagen: In manchen Fällen geht zwar der Entzündung eine selbstständige Congestion voraus, in anderen Fällen aber fehlt diese und die Krankheitsursache setzt sogleich eine entzündliche Congestion, welche einen integrirenden Theil der Entzündung bildet, während die eigentliche Congestion ein selbstständiger, von der Entzündung unabhängiger Vorgang ist.

Eben so folgt aus dem Vorhergehenden, daß zwischen der entzündlichen Stase und der mechanischen, welche von Hindernissen im venösen Kreislauf herrührt, ein wesentlicher Unterschied stattfindet, daß beide von verschiedenen Ursachen herrühren, und nichts weiter mit einander gemein haben als die Erscheinungen der Blutstockung und des Austritts von Blutserum, während sie in allen übrigen Punkten himmelweit von einander unterschieden sind.

Bisher haben wir uns mit der Entzündung im engern Sinne beschäftigt, d. h. mit dem Theil der Entzündungsvorgänge, welcher jeder Entzündung wesentlich und allen concreten Fällen von Entzündung mit geringen Verschiedenheiten gemeinsam ist. Diese geringen Verschiedenheiten sind mannigfaltiger Art. Bald geht einer Entzündung eine selbstständige Congestion, von längerer oder kürzerer Dauer, voraus, bald fehlt sie und es tritt sogleich die entzündliche Congestion ein. Die einzelnen Stadien des Entzündungsprocesses sind ferner in den verschiedenen concreten Fällen von sehr verschiedener Dauer und Bedeutung. Oft ist die Ausschwitzung von Blutserum deutlich wahrnehmbar und von langer Dauer, oft geht sie verschwindend schnell und unmerklich vorüber und macht sogleich der Exsudation Platz. Diese letztere ist bisweilen sehr gering, so bei unbedeutenden Entzündungen, die sich schnell zertheilen, bisweilen ist sie reichlich, in die Länge gezogen, Wochen, ja Monate lang fortdauernd. Diese Verschiedenheiten lassen sich in manchen Fällen bis jetzt noch nicht genügend erklären, in anderen Fällen sind ihre Ursachen augenscheinlich und lassen sich mit Bestimmtheit nachweisen. Sie liegen, allgemein ausgedrückt, in individuellen Verschiedenheiten bald der Krankheitsursache, bald des entzündeten Theils, bald des erkrankten Individuums überhaupt. Wir werden später, bei einer übersichtlichen Betrachtung der verschiedenen concreten Entzündungen, Gelegenheit haben, nochmals hierauf zurückzukommen.

Der Entzündung im engern Sinne schließt sich eine Reihe von Vorgängen unmittelbar an, die man alle noch zur Entzündung im weitern Sinne rechnet. Sie bilden aber nicht, wie die bisher betrachteten, eine in der Zeit aufeinanderfolgende Reihe, sie treten vielmehr gleichzeitig auf, kommen aber selten in demselben Falle gleichzeitig vor, ja schließen sich vielmehr großentheils gegenseitig aus. Wir nennen sie Ausgänge der Entzündung. Sie beziehen sich entweder auf die Entzündung im engern Sinne, und bestehen dann in einem Aufhören der Entzündung, einer Rückbildung des entzündeten Theils zum Normalzustand — Zertheilung der Entzündung —, oder sie bestehen in einer Zerstörung, einem Absterben des entzündeten Theils — entzündliche Mortification, Brand —, oder endlich sie beziehen sich auf die weiteren Schicksale des entzündlichen Exsudats, welcher Vorgang selbst wieder große Verschiedenheiten zeigt und demgemäß in verschiedenen Fällen mit verschiedenen Namen belegt wird.

Wir wollen diese verschiedenen Erscheinungen hier ausführlicher betrachten.

1. Zertheilung der Entzündung.

Wenn die Veranlassung der Entzündung, oder nach unserer Hypothese die vermehrte Anziehung zwischen Blut und Parenchym aufhört, so wird der entzündete Theil wieder in seinen Normalzustand zurückkehren; die Blutstockung hört auf, die erweiterten Capillaren kehren zu ihrem normalen Durchmesser zurück, das ergossene Blutserum, das noch flüssige exsudirte Blutplasma wird resorbirt, kurz dem Entzündungsproceß wird ein Ziel gesetzt. Dies ist die einfachste Art, wie eine eingetretene Entzündung sich zertheilt.

Die Zertheilung setzt also immer das Erlöschen der veranlassenden Ursache voraus, so lange diese fortdauert, wird auch die Entzündung selbst fortdauern. Aber nicht immer wird mit dem Aufhören der veranlassenden Ursache der betreffende Körpertheil sogleich in integrum restituirt, es treten oft Umstände ein, welche sich seiner Rückkehr in den Normalzustand widersetzen. Sie sind die folgenden:

Die erweiterten Gefäße des entzündeten Theils sind mit Blut überfüllt; die einzelnen Blutkörperchen sind überdies, durch den Austritt eines Theils der Blutflüssigkeit und das Verschwinden der Lymphräume, nicht bloß in viel größerer Anzahl vorhanden als gewöhnlich, sie sind auch einander und den Gefäßwänden mehr genähert als gewöhnlich, sind in einander eingekeilt. Dieser Zustand, ein Ergebniß der Beobachtung, tritt, wiewohl wir ihn oben als Ursache der Stase läugneten, doch immer mit dem Auftreten der Stockung ein. Er ist offenbar beim Aufhören der veranlassenden Ursache noch zugegen und setzt der Zusammenziehung der Capillarwandungen einen gewissen Widerstand entgegen. Ist der Widerstand dieser passiven Stockung groß genug, um zu überwinden

1) die vorwärtsbewegende Kraft des Kreislaufes (vis a tergo), welche ohnedies durch Erweiterung des Collateralkreislaufs während der Entzündung eine verminderte ist,

2) die Zusammenziehungskraft der Haargefäßwände, welche a. von ihrer Elasticität, b. von ihrem vitalen Tonus abhängt,

so kann offenbar diese passive Stockung auch nach dem Aufhören des veranlassenden Moments der Entzündung noch fortdauern.

Ferner kann, auch wenn die Stockung nach gänzlichem Aufhören der Entzündungsursache durch die Wirkung der vis a tergo des Kreislaufs völlig beseitigt ist, doch eine Lähmung der Haargefäße zurückbleiben. Diese haben aus Mangel an vitalem Tonus nicht mehr die Kraft, sich zu ihrem Normaldurchmesser zusammenzuziehen, bleiben also erweitert, enthalten mehr Blut als gewöhnlich.

In beiden Fällen befindet sich der Theil auch nach abgelaufener Entzündung noch im Zustande der Congestion, er erscheint mehr geröthet als gewöhnlich — eine Erscheinung, die man in der That in der Wirklichkeit sehr häufig nach abgelaufenen Entzündungen beobachtet. Wir müssen aber nach den eben angeführten Ursachen diese Congestion in eine passive, mechanische, von Einkeilung der Blutkörperchen herrührende, und in eine active, von einer bloßen Lähmung der Haargefäße abhängige, unterscheiden. Diese Unterscheidung hat, wie sich später zeigen wird, einen practischen Werth für die Therapie.

Aber auch ohne daß eine wahrnehmbare Congestion zurückbleibt, kann nach Ablauf von örtlichen Entzündungen eine gewisse Geneigtheit zu Rückfällen vorhanden sein, wie sich aus folgenden Betrachtungen ergiebt.

Denken wir uns die vitale Kraft, welche die Entzündungserscheinungen veranlaßt, = A, zusammengesetzt aus den beiden Größen $x + y$. Weder x

noch y ist für sich im Stande, der vis a tergo des Kreislaufs die Wage zu halten und Entzündung zu veranlassen, wohl aber beide zusammen. Wird die Kraft A nur um eine dieser Größen, um x vermindert, so wird die Entzündung aufhören, denn der Theil y allein vermag nicht mehr dem Andrange der Blutsäule zu widerstehen. Wirkt aber nun auf den scheinbar gesunden Theil eine Ursache ein, welche für sich allein nicht im Stande ist, Entzündung hervorzurufen, eben weil sie nicht die ganze Kraft A, sondern nur den Theil x derselben auf das Parenchym überträgt, die also unter gewöhnlichen Verhältnissen und bei vollkommner Gesundheit keine Entzündung hervorruft, so wird sie doch in diesem Falle hinreichend sein, die, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, schlummernde Entzündung wieder zu wecken. Dies erklärt im Allgemeinen die Geneigtheit mancher Organe, welche ein oder mehrmals sich im Zustande der Entzündung befanden, durch die geringste Veranlassung wieder in diesen Zustand zu verfallen.

Ist nun der zurückgebliebene Theil y der ursprünglichen Kraft zugleich derjenige, welcher eine Erweiterung der Haargefäße, also eine Congestion nach dem früher entzündeten Theile, unterhält, sei es nun, daß diese Erweiterung vom Nervensystem und von den Haargefäßen selbst ausgeht, also eine active, oder eine durch Zurückhaltung der eingekeilten Blutkörperchen veranlaßte, also mehr passive, mechanische ist, so nennt man gewöhnlich, wenn durch Hinzutreten der neuen Größe x die bestehende Congestion wieder in Entzündung übergeht, den ganzen Vorgang eine chronische Entzündung, und bezeichnet, wenn diese Vorgänge sich öfter wiederholen, das jedesmalige Wiederauftreten von wirklicher Entzündung mit dem Namen Exacerbationen. Dies geschieht aber darum, weil man in der gewöhnlichen ärztlichen Betrachtungsweise zwischen Congestion und Entzündung keine scharfe Grenze zieht.

Um die Uebereinstimmung der Resultate dieser Betrachtungen mit der Erfahrung noch bestimmter zu beweisen, wollen wir an die Fälle erinnern, wo die Entzündung bewirkende Kraft A wirklich getheilt ist, indem ein Theil x an das Parenchym, der andere Theil y an das Blut gebunden erscheint. Daß in solchen Fällen, z. B. im Rheumatismus acutus, eine vitale Veränderung des Bluts zugegen ist, von der die Entzündung zum Theil abhängt, ist zwar vorläufig nur eine Hypothese, aber doch nicht bloß eine mögliche, sondern höchst wahrscheinliche, da in solchen Fällen auch eine materielle Veränderung des Bluts (vermehrter Faserstoffgehalt) nachgewiesen worden ist, welche sich mit dem Aufhören der Entzündung verliert. Bei dieser Disposition des Bluts treten nun beim Rheumatismus acutus Entzündungen verschiedener Theile (namentlich der Gelenke) durch die geringfügigsten Ursachen ein, welche unter anderen Verhältnissen nicht im Stande wären, Entzündungen hervorzurufen. Der im Blute sitzende Theil der Kraft A, $= y$ ist hier so bedeutend und überwiegend, daß die das Parenchym treffende Veranlassung x nur sehr klein zu sein braucht, um eine örtliche Entzündung hervorzurufen, und eben wegen der Geringfügigkeit des Moments x wird der örtliche Entzündungsproceß so leicht wieder aufgehoben, während die allgemeine Disposition fortdauert und durch die geringste Veranlassung wieder zur örtlichen Entzündung wird. Daher die Unmöglichkeit, das Wandern der Entzündung von einem Gelenk zum andern durch Localmittel zu verhindern, weil die geringfügigsten Ursachen, deren Abhaltung oft nicht in unseren Kräften steht, hinreichen, die Kraft y zur ganzen Kraft A zu erheben. Ist aber der im Blute liegende Theil der Kraft, $= y$, gebrochen, so dür-

sen viel mächtigere Ursachen als x ist einwirken, ohne daß eine örtliche Entzündung entsteht. Daher haben beim Rheumatismus acutus nur die Antiphlogistica Erfolg, welche den an das Blut gebundenen Theil der Kraft A zu verringern vermögen.

Aus den vorliegenden Betrachtungen gehen sehr wichtige practische Folgen hervor, deren Anwendung auf specielle Fälle indeß die uns hier gesteckten Grenzen überschreiten würde. Wir können dies unseren Lesern überlassen, da diese Anwendungen sich größtentheils von selbst verstehen, werden aber später, bei Gelegenheit einer kurzen Uebersicht über die Entzündungen und bei Betrachtung des bei Entzündungen einzuschlagenden Heilverfahrens nochmals hierauf zurückkommen.

II. Absterben des entzündeten Theiles, Brand.

Man rechnet den Brand nicht mit Unrecht zu den Entzündungsausgängen, wiewohl eigentlich die Gangrän nicht bloß zu den seltensten Ausgängen der Entzündung gehört, sondern auch die als reiner Entzündungsausgang auftretende Gangrän eine der allerseltensten Arten des Brandes selbst bildet.

Es giebt Fälle, in denen die Entzündung eine ungewöhnliche Heftigkeit erreicht, wo also die von uns angenommene Anziehung zwischen Blut und Parenchym eine sehr bedeutende ist, entweder wegen der Energie der einwirkenden Ursache, oder wegen der Empfänglichkeit (Impressionabilität) des afficirten Theils oder des ganzen Organismus. In solchen Fällen ist die Zurückhaltung des Bluts eine totale, es erfolgt durch Zerreißung vieler Haargefäße ein sehr bedeutender Bluterguß ins Parenchym. Die erste, nothwendige Folge dieser Ereignisse ist dieselbe, wie die bei jeder Entzündung: vermehrte Wechselwirkung zwischen dem Sauerstoff des Bluts und den Säften des Parenchyms, also vermehrte Bildung von Kohlensäure, vermehrte Hitze. Da aber dieses Blut nicht wie im Normalzustande und selbst in den gewöhnlichen, minder intensiven Fällen von Entzündung durch neues ersetzt wird, so ist der so entzündete Theil von aller frischen Blutzufuhr abgeschnitten, er verhält sich ganz ebenso, wie ein Theil, dessen Arterien vollkommen verschlossen sind — das in ihm enthaltene Blut und er selbst geht schneller oder langsamer in Zersetzung über. Die Beobachtung lehrt, daß diese Zersetzung zuerst in dem extravasirten, später in dem in den Haargefäßen enthaltenen Blute solcher Theile bemerkbar wird; das Blut wird purpurfarben, die Blutkörperchen verschwinden, das Blutroth löst sich im Serum auf und färbt dieses; das extravasirte Blut bildet braune, rostfarbige Klumpen. Diese Veränderung des Bluts ist immer das erste, sie fehlt nie beim entzündlichen Brande; später verändern sich auch die Elementartheile der übrigen Gewebe: die Primitivbündel der willkürlichen Muskeln verlieren ihre Querstreifen und werden blaß; sie, das Zellgewebe und die meisten übrigen Organe verlieren ihren Zusammenhang und zerfallen in eine unbestimmte körnige Masse. Am längsten erhalten sich die Knochen, die Sehnen, das faserige Gewebe der Lungen in ihrer ursprünglichen Form, man findet gewöhnlich Theile derselben noch wohl erhalten, wenn die umliegenden Gewebe längst in eine unbestimmte, breiartige Masse übergegangen sind [1]). Ob diese Veränderungen rein von chemischen oder mechanischen Gründen abhängen, also eine bloße Folge der Entzündung sind, oder ob auch noch andere Ursachen mitwirken, vitale, durch eine andre als die Ent-

[1]) Das Genauere über diese Veränderung und ihr Vorkommen in einzelnen Fällen s. in meiner patholog. Anatomie und in den Icones Taf. 10.

zündungsursache bewirkte Veränderungen des Parenchyms; dies zu entscheiden, forderte eine weitaussehende Untersuchung, die strenge genommen, nicht zur Entzündung gehört. Es mag genügen, gezeigt zu haben, daß hier die Gangrän, wenigstens mit Wahrscheinlichkeit als Folge des durch die Entzündung bewirkten Ausschlusses von lebensfähigem, sauerstoffhaltigem Blut betrachtet werden kann.

In diesen nur sehr selten vorkommenden Fällen tritt die Gangrän allerdings als Folge der Entzündung auf; in wiefern man aber daraus ein Recht hat, die Gangrän als den höchsten Grad der Entzündung zu betrachten, wollen wir dem Urtheil der Leser überlassen.

In den bei weiten meisten Fällen, wo Entzündung und Gangrän gleichzeitig auftreten, ist das Verhältniß dieser Processe ein anderes. Wenn z. B. nach Erfrierungen ganzer Glieder diese an einzelnen Stellen sich entzünden, an anderen brandig werden, so beweis't dies nur, daß dieselbe äußere Ursache, je nach ihrer Heftigkeit bald Entzündung, bald Brand hervorrufen kann, oder allgemein ausgedrückt, daß die Wirkung der Krankheitsursachen nicht bloß nach ihrer Qualität, sondern auch nach ihrer Quantität eine verschiedene sein kann, nicht aber, daß Brand und Entzündung verwandte Processe oder gar verschiedene Stufen eines und desselben Vorganges sind. Daß eine Entzündung durch Hinzukommen neuer Bedingungen in Brand übergehen kann, und zwar um so leichter, je mehr in der Entzündung selbst schon Bedingungen dazu gegeben sind (Blutstockung und Blutextravasat), versteht sich von selbst. So oder ähnlich ist das Verhältniß dieser beiden Processe in den meisten Fällen, wo Entzündung in Brand übergeht. Oft werden aber auch die Bedingungen zu beiden durch dieselbe Krankheitsursache gleichzeitig gesetzt. Nach sehr heftigen Verletzungen, Quetschungen, chemischen Einwirkungen, Erfrierungen, Verbrennungen u. dgl. tritt Entzündung ein. Wenn nun durch andere, von derselben Ursache gesetzte Bedingungen, Zerreißungen von Gefäßen und bedeutendes Extravasat, Verletzung von Nerven u. s. f., nach einiger Zeit ein vollständiges Absterben des verletzten Theils, Brand, eintritt, so ist dieser nicht eine unmittelbare Folge der Entzündung, sondern die Folge eines neuen Processes, dessen Bedingungen mit denen der Entzündung zugleich gesetzt wurden, der aber, sobald er seine Höhe erreicht, jedes organische Leben, somit auch die Entzündung unterdrückt. Wir bemerken jedoch ausdrücklich, daß hier die Gegenwart von Entzündung auf die oben angegebene Weise allerdings den Einfluß haben kann, daß die von ihr ergriffenen Theile leichter und früher als außerdem in Zersetzung übergehen.

Die Krankheiten des thierischen Organismus sind so zusammengesetzt, ihre Verbindungen so mannigfach, die Reihen ihrer Symptome und Ursachen so vielgliedrig, nach so unzählig viel Seiten hin mit einander verbunden und verkettet, daß es unmöglich ist, auch nur *einen* Proceß nach allen Richtungen hin zu verfolgen oder gar den Causalnexus zwischen zweien genügend nachzuweisen. Wir begnügen uns daher, die Verbindung des Brandes mit der Entzündung nur in den wesentlichsten Punkten berührt zu haben.

Von einer anderen Art des Absterbens von Theilen in Folge von Entzündung, die man gewöhnlich nicht zum Brande rechnet, nämlich der *Verschwärung* (Ulceratio), wird später, bei der Eiterung, die Rede sein.

III. *Weiterentwicklung des entzündlichen Exsudats.*

Ein andrer Theil der Entzündungsausgänge, und zwar der bei weitem häufigste, besteht in einer Weiterentwicklung des exsudirten Blutplasma.

Das im letzten Stadium der Entzündung aus den Gefäßen austretende Blutplasma verbreitet sich in den umgebenden Theilen. Die Art, wie es sich hier ansammelt, ist nach der Beschaffenheit dieser Theile verschieden. Ist der Theil massig, parenchymatös, dabei aber weich und locker, so wird sein ganzes Gewebe gleichmäßig vom Blutplasma durchtränkt. So erfüllt bei Entzündungen der Lungen das Plasma alle Zwischenräume zwischen den histologischen Elementen dieser Organe, und zwar nicht nur die Räume zwischen den Lungenfasern, den Gefäßen und Bronchialendigungen, sondern auch die Höhlen der Lungenzellen und der letzten Bronchialäste selbst. Bei Exsudationen im Gehirn werden alle Zwischenräume zwischen den Primitivfasern und den Gefäßen vom Plasma eingenommen, oder dieses bildet, wie ich es einmal beobachtete, durch Auseinanderdrängen der Gehirnsubstanz mitten in derselben künstliche Höhlen von verschiedener Größe, in denen es sich vorzugsweise ansammelt.

Sind flächenartig ausgebreitete Organe der Sitz der Entzündung, so bedeckt das ergossene Plasma als flüssige Schichte die Oberfläche derselben, wobei es entweder noch von den Epithelialgebilden überzogen, eine Art Blase bildet, oder frei zu Tage tritt und dann gewöhnlich sehr bald gerinnt und auf äußeren Oberflächen zu einer Art Schorf wird, auf inneren als Pseudomembran auftritt. Dies beobachtet man bei Entzündungen der Haut, der Luftröhre, des Rachens u. dgl.

Bilden diese Flächen die Wände von Höhlen, so erfüllt das Plasma die Höhle: so beim Peritonäum, bei der Pleura, dem Herzbeutel.

Es kann kein Zweifel darüber obwalten, daß diese Vertheilung des Blutplasma hauptsächlich von physikalischen Ursachen abhängt.

In der Regel geht das ergossene flüssige Blutplasma, wenn es nicht noch im flüssigen Zustande wieder resorbirt wird, nach kürzerer oder längerer Zeit in den festen Zustand über — es gerinnt. Diese Gerinnung ist ein rein chemischer Vorgang, bedingt durch die chemischen Eigenschaften des im Blutplasma aufgelöst'ten Faserstoffs. Doch giebt es hievon einzelne Ausnahmen, in welchen das bei Entzündungen exsudirte Blutplasma ohne vorher zu gerinnen, sogleich eine organische Weiterentwicklung erfährt. Diese Fälle werden später bei Darstellung der Eiterbildung und Organisation genauer besprochen.

Die Anordnung des geronnenen Faserstoffes (festes Exsudat) gehorcht ebenfalls rein physikalischen Gesetzen; sie richtet sich nach der oben erwähnten Vertheilung des flüssigen Plasma.

In parenchymatösen Organen sind in der Regel alle Zwischenräume des Gewebes mit festem Exsudate erfüllt und alle histologischen Elemente des Theils von demselben auf das Innigste umfaßt, ebenso dicht wie die Steine eines Mauerwerkes vom Mörtel. Zugleich erfüllt das Exsudat alle kleinen natürlichen Höhlen und Kanäle des Theils auf das Vollkommenste, so daß eine dichte Masse entsteht, vollkommen solid, ohne alle Zwischenräume, wie man am deutlichsten bei der sogenannten Hepatisation der Lungen sieht.

In Höhlen zeigt der Vorgang manche Verschiedenheiten, die sich aber ebenfalls aus der Natur der Sache leicht erklären lassen. Erfolgt die Gerinnung schnell und plötzlich, so bildet das Exsudat größere unregelmäßige Massen, die, anfangs zart und schwammig, sich der Natur des Faserstoffs gemäß allmälig zusammenziehen und derbere unregelmäßige Partien, Flocken u. dgl. bilden, welche entweder den Wänden der Höhle anhängen oder frei

in der Flüssigkeit schwimmen. Erfolgt die Gerinnung allmälig und stetig, so bildet das Exsudat Schichten, mehr oder weniger regelmäßige Lagen, welche die Wände der Höhle bedecken und bisweilen vollständige, aus vielen concentrischen Schichten bestehende geschlossene Säcke bilden, welche in ihrem Innern mit der nun des Faserstoffs beraubten Blutflüssigkeit erfüllt sind. Dieser Vorgang ist namentlich auf der Pleura ein häufiger. Aehnliche schichtenförmige Ablagerungen von Exsudat bilden sich bisweilen im Innern von Organen, wenn sich ein zwischen zwei festeren Membranen liegendes laxes Bindegewebe entzündet — so namentlich im Darmkanal, in der sogenannten Tunica nervea, dem laxen Bindegewebe zwischen Muskelhaut und Schleimhaut.

Indessen muß man noch auf einen andern Umstand Rücksicht nehmen, um die Entstehungsweise der verschiedenen vorkommenden Formen des festen Exsudats zu begreifen. In der Regel ist die Entzündung nicht gleichmäßig über ein ganzes Organ verbreitet; sie ist örtlich beschränkt und breitet sich erst allmälig, von Stelle zu Stelle fortschreitend, weiter aus. Ein zuerst austretender Tropfen Plasma gerinnt zuerst, ein zweiter später ausgeschwitzter legt sich an ihn an und gerinnt gleichfalls, u. s. w. Daher kommt es, daß das Exsudat auf freien Flächen oft ein stalaktitenähnliches, zottiges Aussehen hat (Cor villosum), daß bei gewissen Lungenentzündungen (Keuchhusten — lobuläre Pneumonie der Kinder) alle, auch die kleinsten abtrennbaren Stücke der entzündeten Lunge noch etwas Luft enthalten und im Wasser schwimmen, wiewohl die mikroskopische Untersuchung derselben in allen einzelnen, auch den kleinsten Partien, kleine Mengen von Exsudat nachweis't. Die einzelnen Modificationen dieser Erscheinung erklären sich aus den in den concreten Fällen vorhandenen Umständen gewöhnlich von selbst.

H. Nasse hat noch auf eine andre Art aufmerksam gemacht, wie der im entzündlichen Exsudate aufgelöst'te Faserstoff gerinnen kann, — zu mikroskopischen Blättchen oder Schollen [1]).

Das bisher betrachtete feste Exsudat zeigt ganz das chemische Verhalten des geronnenen Faserstoffs: es hat dessen Farbe und Consistenz und alle seine chemischen Eigenschaften, ist unlöslich in kaltem und kochendem Wasser, Alkohol und Aether, lös't sich allmälig in Ammoniak, schneller in Kali; lös't sich allmälig in Essigsäure [2]). Es erscheint, mikroskopisch untersucht, vollkommen amorph, ohne alle Spur von Organisation, nur bisweilen unbestimmt faserig oder mit Fettkörnchen bedeckt — Erscheinungen, die aber Nichts mit der später eintretenden Organisation zu schaffen haben.

So weit sind alle Vorgänge bei der Weiterentwicklung des Exsudats gleich, mit bloßer Ausnahme der später zu beschreibenden Fälle, wo das Exsudat, ohne zu gerinnen, sogleich aus dem flüssigen Zustande in den der Organisation übergeht. Der weitere Vorgang aber ist in verschiedenen Fällen ein verschiedener, und man unterscheidet demgemäß den Ausgang

1) in Resolution,
2) in Eiterung,
3) in Narbenbildung, Regeneration und Hypertrophie.

Alle diese verschiedenen Ausgänge beruhen auf einer und derselben

---

[1]) Müller's Archiv. 1841. S. 439 ff.

[2]) Nach den Untersuchungen von v. Fellenberg und Valentin verändert sich bei der Gerinnung die elementäre Zusammensetzung des Faserstoffs: er verliert Wasserstoff oder Wasser, während der Gehalt an Kohlenstoff und Stickstoff derselbe bleibt. Siehe Müller's Archiv. 1841. S. 542 ff.

Basis, auf der Weiterentwicklung des entzündlichen Exsudats. Die Entwicklung selbst gehorcht aber immer den allgemeinen Gesetzen der organischen Bildung und beruht auf der dem Exsudate seiner Natur nach inwohnenden Entwicklungsfähigkeit; — sie ist also eine nothwendige und gesetzmäßige. Der wirkliche Uebergang in die Entwicklung erfolgt, wahrscheinlich immer, durch Zellenbildung, und läßt sich, den bisherigen Erfahrungen zu Folge, allgemein so ausdrücken:

»In dem als Blastem auftretenden Exsudate entwickeln sich Zellenkerne mit Kernkörperchen; um diese bilden sich Zellenwände. Die auf diese Weise entstandenen primären Zellen erleiden weitere Veränderungen, welche bei den verschiedenen Entzündungsausgängen verschieden sind.«

Wir betrachten nun die einzelnen Arten der Weiterentwicklung des Exsudats, indem wir erst den positiven Thatbestand, das durch sichere Beobachtungen bereits Festgestellte, als Grundlage vorausschicken, dann weitere Schlüsse daraus ziehen.

1) Ausgang in Resolution.

Im weitesten Sinne gehören hieher alle Fälle, wo die Entzündung verschwindet, ohne daß eine wesentliche bleibende Veränderung des ergriffenen Gewebes zurückbleibt und ohne daß die Entzündungsproducte nach außen entleert werden. Wie die Entzündung im engern Sinne, bevor es noch zur Exsudation gekommen ist, durch Aufhören der Entzündungsursache selbst aufhören, sich zertheilen kann, wurde bereits besprochen. Ebenso haben wir bereits erwähnt, daß selbst vorhandenes Exsudat, so lange es noch flüssig ist, wahrscheinlich wieder resorbirt, in den Kreislauf zurückgenommen werden, und daß also auch dann noch eine vollständige Zertheilung der Entzündung erfolgen könne. Ist das Exsudat aber einmal festgeworden, so findet eine vollständige Rückkehr des entzündeten Theils in den Normalzustand nur dadurch Statt, daß das feste Exsudat wieder verflüssigt und in diesem Zustande resorbirt wird. Diese Art der Weiterbildung des Exsudats verstehen wir hier unter der Bezeichnung: »Resolution im engern Sinn.« Die Verflüssigung erfolgt aber immer durch einen organischen Vorgang, der, wie die Beobachtung lehrt, folgende Momente hat:

Das Exsudat verwandelt sich in kernhaltige Zellen von $^1/_{300}$ — $^1/_{100}$‴ Durchmesser. Diese Zellen wachsen allmälig, bis sie eine Größe von $^1/_{80}$ — $^1/_{60}$‴ erreichen und erfüllen sich zugleich mit einer anfangs geringen, später sehr großen Menge von kleinen, dunkelen Körnchen, so daß die anfangs durchsichtige und farblose Zelle später vollkommen undurchsichtig wird, von der Farbe ihres Inhalts selbst eine bräunliche oder schwärzliche Farbe annimmt und als ein Aggregat von Körnchen erscheint, durch welche der Zellenkern, häufig auch die Zellenwand vollkommen verdeckt und unsichtbar wird [1].

---

[1]) Vergl. meine Icones histol. pathol. T 3. Fig. 13 — 16.

Nach Gluge (Anatomisch-mikroskopische Untersuchungen. Heft 1. 1839. S. 12 u. a. and. Ort.) entstehen die oben beschriebenen Körnchenzellen, die er zusammengesetzte Entzündungskugeln nennt, nicht durch Zellenbildung, sondern unmittelbar aus den Kernen der aufgelöst'en Blutkörperchen, durch Agglutination derselben, und bilden sich bereits innerhalb der Gefäße. Daß Gluge's Ansicht auf die oben beschriebenen Vorgänge keine Anwendung findet, daß dort vielmehr die Entzündungskugeln wirklich in Folge von Zellenbildung entstehen, läßt sich direct beobachten (Vergl. Icones. histol. pathol. T. 2. Fig. 6 und 7). Wegen der Controverse hierüber und der ausführlichen Beweise muß ich aber auf meine pathol. Anat. verweisen, da hier ein specielles Eingehen in's Detail zu weit führen würde.

Dieser morphologische Uebergang des Exsudats in körnerhaltige Zellen geht Hand in Hand mit einer chemischen Veränderung desselben. Schon die Zellen selbst enthalten zwei chemisch verschiedene Stoffe — Zellenwand und Zellenkern — von denen die erstere sich in Essigsäure löst, letzterer nicht. Mit der Bildung der Körnchen wird ein dritter, chemisch verschiedener Stoff gebildet oder wenigstens ausgeschieden. Die Körnchen lösen sich nicht in Essigsäure wie die Zellenwände, nicht in Ammoniak oder Kali wie Zellenwand und Zellenkern, wohl aber in der Regel in Aether. Sie scheinen also aus Fett zu bestehen. (In gewissen Fällen scheinen diese Körnchen aber hauptsächlich aus Kalksalzen gebildet, doch ist noch die Frage, ob die letzteren bisweilen, z. B. beim Tuberkel vorkommenden körnerführenden Zellen, wirklich der Entzündung angehören — die Controverse hierüber s. in m. path. Anatomie.)

Die ausgebildeten Körnchenzellen sind keiner weitern organischen Entwicklung fähig; sobald sie ihre vollständige Größe erreicht und sich ganz mit Körnchen erfüllt haben, ist ihre weitere Metamorphose eine rückschreitende; die Zellenkerne verschwinden, werden resorbirt, eben so die Zellenwände, und es bleiben zuletzt nur noch die Körnchen übrig, welche anfangs noch durch ein schleimiges Bindemittel verbunden, später sich vollständig von einander trennen. Endlich nach dem vollständigen Zerfallen der Körnchenzellen wird das ganze ursprünglich vorhandene Exsudat in eine halbflüssige, breiige Masse verwandelt, welche, mikroskopisch untersucht, aus den noch unveränderten Körnchen der zerfallenen Körnchenzellen besteht, die in einer Flüssigkeit, dem ursprünglichen Serum des exsudirten Blutplasma, schwimmen.

Diese Art der Umwandlung des Exsudats begünstigt vorzugsweise die Resorption desselben. Bis zu ihrer vollständigen Ausbildung hängen die Körnchenzellen noch mit einander zusammen, bilden also keine Flüssigkeit, die, wie der Eiter, die Tendenz hat, nach Außen entleert zu werden und durch Druck auf die umgebenden Theile diese Entleerung nach Außen selbst herbeiführt oder wenigstens begünstigt. Nach vollendeter Entwicklung derselben scheint aber neben der Resorption der Zellenwände auch eine kräftige Resorption der Flüssigkeit stattzufinden, wenigstens erscheinen bei der mikroskopischen Untersuchung sowohl die ausgebildeten Körnchenzellen, als auch die schon ganz in Körnchen zerfallenen mit viel weniger Flüssigkeit gemischt, als man gewöhnlich beim Eiter beobachtet. Zuletzt bleiben also nur die Körnchen übrig, die wegen ihrer blanden Natur und bei Gegenwart von wenig Flüssigkeit nur geringe Störungen in den umgebenden Theilen hervorrufen und allmälig in den Flüssigkeiten des Parenchyms aufgelöst und resorbirt werden.

Der beschriebene Ausgang der Entzündung wird hauptsächlich beobachtet nach Entzündungen innerer Organe: des Gehirns, der Lungen, der Milz, Leber u. s. f. Die meisten chronischen Entzündungen der Gehirnsubstanz und entzündlichen Erweichungen dieses Organs sind von Körnchenzellenbildung begleitet. Bei allen Entzündungen der Lunge, wo die Kranken, nachdem der Eintritt der Zertheilung aus den allgemeinen Erscheinungen so wie durch die Auscultation erkannt werden konnte, an anderen Zufällen erlagen, fand ich diesen Vorgang. An äußeren Theilen, im Zellgewebe, in Muskeln, auf flächenartig ausgebreiteten Organen, wird die Bildung von Körnchenzellen als Entzündungsausgang seltner beobachtet, vielleicht nur deßwegen, weil man selten Gelegenheit hat, äußere Theile nach Entzündun-

gen, die nicht in Eiterung übergehen, sondern sich zertheilen, genauer zu untersuchen. Nach Entzündungen des innern Auges in Folge von Nadeloperationen, wo die Kranken einige Zeit nach der Operation an anderen Zufällen erlegen waren, fand ich ein paar Mal Bildung von Körnchenzellen in dem von den entzündlichen Theilen gelieferten Exsudat im innern Auge.

2) Umwandlung des Exsudats in Eiter.

Diese erfolgt eben so wie die Bildung von Körnchenzellen nach den allgemeinen Gesetzen der organischen Entwicklung. Der dabei stattfindende Vorgang ist im Allgemeinen folgender:

Das Exsudat verwandelt sich in Zellen mit Zellenkernen (Eiterkörperchen), welche nach ihrer vollendeten Ausbildung keiner weitern Entwicklung fähig sind, vielmehr sich von einander trennen und mit dem ursprünglichen Serum des exsudirten Blutplasma gemischt eine emulsionsartige, mehr oder weniger dickliche Flüssigkeit von weißgelber Farbe bilden, den Eiter, der eine gewisse Tendenz hat, nach Außen entleert zu werden.

Die Zellen des Eiters sind klein, schwanken zwischen $^1/_{100}$—$^1/_{300}$''' Durchmesser, anfangs blaß, vollkommen rund, durchsichtig, mit deutlichem Kern; später werden sie dunkler, granulirt, derber und der Kern wird verdeckt, kommt aber wieder zum Vorschein, wenn man Essigsäure zusetzt, welche die Zellenwände durchsichtig macht. Die Eiterzellen haben das Eigenthümliche (was jedoch auch gewissen anderen jungen Drüsenzellen zukommt), daß ihre Kerne durch die Einwirkung von Essigsäure in der Regel in zwei, auch drei, seltener vier abgesonderte Körnchen zerfallen [1]).

Mit der morphologischen Ausbildung des Exsudats zu Eiterkörperchen erleidet dasselbe zugleich eine chemische Veränderung; die Eiterkörperchen verhalten sich chemisch anders als der geronnene Faserstoff: sie bestehen überdies selbst wieder aus mindestens zwei chemisch verschiedenen Substanzen, einer Kernsubstanz, welche durch Essigsäure nicht, wohl aber durch Ammoniak und Kali causticum aufgelöst wird, und einer Hüllensubstanz, die durch Behandlung mit Essigsäure sogleich durchsichtig wird und sich allmälich in ihr auflöst.

Die Entwicklung der Eiterkörperchen aus dem geronnenen Faserstoff erfolgt in der Art, daß der Faserstoff selbst sich allmälig in Eiterkörperchen umwandelt. Im Anfange dieser Umwandlung des Exsudats in Eiter sieht man einzelne Eiterkörperchen in das amorphe oder unbestimmt faserige Blastem gleichsam eingebettet [2]). Später geht aber das ganze Exsudat allmälig in Eiterkörperchen über. Sobald letztere ihre vollkommne Ausbildung erreicht haben, trennen sie sich, gewissermaßen durch Abschnürung, von einander, verlieren allen Zusammenhang und mischen sich mit dem Serum, welches sich vom Faserstoffe bei seiner Gerinnung abgeschieden hat. Das Eiterserum ist das ursprüngliche, bei der Exsudation des Blutplasma ergossene, vielleicht etwas modificirte Blutserum. Erst durch die Vermischung mit demselben wird der Eiter zu einer Flüssigkeit.

Da bei Entzündungen die Exsudation von Faserstoff in der Regel all-

---

[1]) S. m. Icones histol. path. Taf. III. und das Genauere in m. patholog. Anat. Auf letztere muß ich auch in Betreff der Frage verweisen, ob diese Theile des Kerns die ursprünglichen Kernkörperchen sind oder nicht. Nach Messerschmidt — De pure et sanie Dissert. Lipsiae 1842. S. 10 ff. können die Kernkörperchen durch Behandlung des Eiters mit Alkalien, namentlich aber durch Zusatz einer concentrirten Auflösung von Borax deutlich sichtbar gemacht werden.

[2]) Vgl. Icones histol. pathol. Taf. III. Fig. 5. u. 6.

mälig erfolgt und eine langdauernde, oft wiederholte ist, so geht nicht immer das ganze Exsudat gleichzeitig in Eiter über; gewöhnlich sind in einem Eiterheerde — Abscess — neben vollständig ausgebildetem Eiter noch Partien von amorphem Faserstoffexsudate vorhanden, in denen die Bildung von Eiterkörperchen noch nicht oder eben erst begonnen hat. Dies kann man bei fast allen Abscessen beobachten und die sogenannten Eiterpfröpfe sind nichts anders als solche Partien noch amorphen Exsudats, welche, von allen Seiten mit Eiter umgeben, den frühern Zusammenhang mit den umliegenden Theilen verloren haben und zugleich mit dem ausgebildeten Eiter entleert werden.

Der fertig gebildete Eiter hat eine große Neigung, aus dem Theile, in welchem er entstanden ist, nach Außen entleert zu werden. Dieses Streben hängt ohne Zweifel größtentheils von seiner flüssigen Beschaffenheit ab; es hört auf, sobald durch Resorption des Eiterserum die Fluctuation in einem Abscesse verschwindet und ist in dem Maße größer, als die Fluctuation deutlicher wahrgenommen wird.

Wenn der Eiter nicht künstlich entleert wird und sich nicht selbst einen Ausfluß nach Außen eröffnet, dann kann er noch weitere Veränderungen erleiden. Die Eiterkörperchen zerfallen allmälig, der Eiter verwandelt sich (wenn das Serum vorzugsweise resorbirt wird) in eine dickliche, grumöse Masse, oder in eine dünne, mit schmierigen Flocken gemischte Flüssigkeit, und die Masse sowohl als die Flocken erscheinen, wenn sie mikroskopisch untersucht werden, als eine durchaus unbestimmte, aus kleinen (meist unter $^1/_{1000}$''' großen) körnigen Molekeln bestehende Materie, welche sich von allen übrigen zerfallenen und zersetzten organischen Materien, z. B. zerflossenem Markschwamm oder Tuberkelmasse, überhaupt vom organischen Detritus, nicht unterscheiden läßt. In diesem Zustande, aber auch nur in diesem, ist der Eiter im Ganzen einer Resorption fähig, indem sich die der organischen Selbstständigkeit beraubten Ueberreste desselben allmälig in den Körperflüssigkeiten auflösen und mit diesen in den allgemeinen Kreislauf zurückkehren. Was aber die Aerzte gewöhnlich Eiterresorption nennen, ist ein von dem eben beschriebenen verschiedener Vorgang, und besteht darin, daß entweder:

1) das Eiterserum eines Abscesses plötzlich resorbirt wird, wodurch die Fluctuation, das Streben zur Entleerung nach Außen, kurz alle physikalischen Zeichen der Gegenwart eines Abscesses verschwinden, während die zurückbleibenden Eiterkörperchen sehr allmälig zerfallen und dann allerdings, aber erst nach sehr langer Zeit, resorbirt werden können; oder

2) darin, daß vollkommner Eiter mit Eiterkörperchen in zerrissene oder auf andre Weise geöffnete Gefäße eindringt, oder auch, daß er sich erst in den Venen neu bildet (nach Phlebitis) und in beiden Fällen mit dem Blute weiter geführt wird.

Mit der Eiterresorption stehen im engsten Zusammenhange die sogenannten metastatischen Abcesse, deren Bildung darauf beruhen soll, daß der bereits gebildete Eiter an einer Stelle des Organismus resorbirt, in den Kreislauf aufgenommen und dann an einer oder an mehren Stellen wieder abgelagert werden und dort einen neuen Abscess, eben den metastatischen, bilden soll. In allen Fällen der Art, die ich untersuchen konnte, war der Eiter des neugebildeten Abscesses ganz auf die gewöhnliche Weise aus weiterentwickeltem entzündlichen Exsudate entstanden, mochte die Ergießung dieses letztern nun entweder durch eine unbekannte Entzündungsursache, oder

durch zufällig in die zerrissenen Gefäße gelangte, hier abgelagerte und mechanisch reizende Eiterkörperchen veranlaßt worden sein. Ich glaube aber aus diesen Beobachtungen schließen zu dürfen, daß die Entstehungsweise der metastatischen Abscesse, d. h. der dabei stattfindende Vorgang, von der der gewöhnlichen Abscesse nicht verschieden ist. Der Grund freilich, warum sie entstehen, ist noch in tiefes Dunkel gehüllt.

Man sieht aus dem Bisherigen, wie die Bildung von Körnchenzellen und die von Eiter aus amorphem geronnenen Faserstoff sich darin gleichen, daß in beiden Fällen das Faserstoffersudat in Folge einer organischen Entwicklung in kleine Theile zerfällt und dadurch dessen Entfernung aus dem Theile, in welchem es abgelagert ist, möglich wird. Beide Processe unterscheiden sich aber darin, daß bei den Körnchenzellen die Resorption der zerfallenen organischen Theile der naturgemäße, gesetzliche Ausgang ist, während das in Eiter umgewandelte Exsudat seiner Natur nach strebt, nach Außen entleert zu werden, und die Resorption hier nie als Regel, sondern nur als seltene Ausnahme eintritt.

Uebrigens lehrt die Beobachtung, daß in einem und demselben Körpertheile und in Folge eines und desselben Entzündungsprocesses Eiterbildung und Bildung von Körnchenzellen zugleich und neben einander stattfinden können. Ebenso können sich aus demselben Exsudat neben Eiter auch bleibende histologische Elementartheile, Bindegewebe u. dgl. bilden, wovon später.

Die bisher beschriebene Entstehungsweise des Eiters, wobei dieser aus einem Blastem von *geronnenem* Faserstoff entsteht, ist nicht die einzige Art, wie diese pathologische Flüssigkeit entstehen kann. Während jener Vorgang bei allen Eiterbildungen im Innern der Organe, im Bindegewebe u. s. w., kurz in allen Fällen eintritt, wo das exsudirte Blutplasma vor dem Beginn seiner Organisation Zeit hat zu gerinnen, entsteht der Eiter an der Oberfläche der Organe, oder in Höhlen, die frei nach Außen münden, auf allen Schleimhäuten, auf der Oberfläche der Cutis, in offenen Wunden u. s. f. nicht aus einem festen, sondern aus einem *flüssigen* Blastem, dem noch ungeronnenen exsudirten Blutplasma. Der Vorgang dabei ist folgender:

In dem noch flüssigen exsudirten Blutplasma bilden sich kleine Körnchen, welche bald einzeln, bald zu 2—3 traubig, maulbeerartig mit einander verbunden erscheinen. Dies sind die in Essigsäure unlöslichen Kerne der Eiterzellen. Um diese Kerne herum entstehen erst später und allmälig die Zellenwände der Eiterkörperchen [1]). Die auf diese Weise aus einem flüssigen Blastem hervorgegangenen Eiterkörperchen sind nach ihrer vollständigen Ausbildung in jeder Hinsicht ganz gleich mit den aus festem Exsudat hervorgegangenen. Auch darin gleichen sich die auf beide Arten entstandenen Eiterkörperchen, daß beide durchaus keiner weitern Entwicklung fähig sind, daß vielmehr ihr Zweck darin besteht, nach Außen entleert zu werden.

Dies sind die zwei verschiedenen, durch Beobachtung nachgewiesenen Arten, wie sich Eiter bilden kann. In beiden Fällen ist aber das Material das gleiche — das exsudirte Blutplasma — nur in dem einen Falle flüssig, in dem andern geronnen, in beiden Fällen ist ferner das Product, der Eiter, ganz gleich. Es giebt aber Fälle, wo der gebildete Eiter, er mag auf die eine oder die andre Art entstanden sein, von der Norm abweicht, wo die Eiterkörperchen unregelmäßig, eckig, kolbig erscheinen [2]), wo der chemische Unterschied zwischen Kern- und Hüllensubstanz ein sehr unbedeutender ist.

---

[1]) Vgl. Icones path. Taf. III. Fig. 7. [2]) Vgl. Icones path. Taf. III. Fig. 8—12.

Dieſe Abweichungen des Eiters von der Norm in morphologiſcher ſowohl als chemiſcher Beziehung können ſehr mannigfaltig ſein. Wir können hier nur auf das Vorkommen von abnormen Eiter überhaupt aufmerkſam machen; die Fälle, wo er vorkommt, und die Gründe, warum er von der Norm abweicht, können erſt ſpäter betrachtet werden.

3. Uebergang des Erſudats in Organiſation.

Bei den beiden bisher betrachteten Ausgängen der Entzündung ging das Erſudat zwar in Entwicklung über, aber das Product dieſer Entwicklung waren vergängliche, keiner Weiterentwicklung fähige Zellen, und das Endreſultat des Vorgangs beſtand in einem Zerfallen und darnach einer Entfernung des Erſudats, entweder durch Auflöſung und Zurücknahme nach Innen (Reſorption, Reſolution) oder durch Entleerung nach Außen (Eiterung).

Wir haben nun eine Reihe von Vorgängen zu betrachten, wodurch das entzündliche Erſudat wirklich organiſirt und dadurch in einen bleibenden Theil des Körpers umgewandelt wird. Beſchränken wir uns zunächſt auf die Darſtellung der dabei ſtattfindenden Vorgänge, ſo weit ſie ſichere durch Beobachtung feſtgeſtellte Thatſachen ſind, ſo können wir Folgendes als Erfahrungsſätze aufſtellen. Der Vorgang, welcher bei der Organiſation des entzündlichen Erſudats ſtattfindet, iſt im Allgemeinen ganz derſelbe, wie derjenige, den man bei der Entſtehung aller organiſchen Gebilde im Embryo beobachtet. Er iſt ferner derſelbe, mag die Entwicklung in dem noch flüſſigen oder in dem bereits geronnenen entzündlichen Erſudate ſtattfinden. Er erfolgt endlich, ſo weit bis jetzt unſere Beobachtungen reichen, immer durch Zellenbildung: in dem Erſudate entſtehen Zellenkerne mit Kernkörperchen, um dieſe bildet ſich eine Zellenwand, und die ſo entſtandenen primären Zellen gehen durch eine den Geſetzen der organiſchen Bildung überhaupt entſprechende Weiterentwicklung in bleibende Gewebe über: in Blutkörperchen, Bindegewebe, Knorpelgewebe, Knochengewebe, Nervenprimitivfaſern u. dgl. Eine ſpecielle Beſchreibung dieſer Umwandlung des Erſudats in bleibende Gewebe, deren erſte Anfänge bei allen Geweben ziemlich gleich, deren ſpätere Stadien aber für jedes einzelne Gewebe verſchieden ſind, kann natürlich hier nicht gegeben werden; ſie würde die Grenzen unſerer Abhandlung überſchreiten.

Auch bei der Organiſation geht mit der morphologiſchen Veränderung des Erſudats immer eine chemiſche Umwandlung deſſelben Hand in Hand. Daſſelbe differenzirt ſich zuerſt in zwei chemiſch verſchiedene Subſtanzen, die des Zellenkerns und die der Zellenwand, von denen erſterer in Eſſigſäure unlöslich iſt, während die letztere davon aufgelöſ't wird. Nach vollendeter Entwicklung iſt zuletzt aus dem urſprünglichen Faſerſtoffe des Erſudats ein ganz andrer chemiſcher Grundſtoff geworden: der Faſerſtoff iſt nach geſchehener Umwandlung in Knorpelſubſtanz, in Chondrin, nach ſeiner Umwandlung in Bindegewebe (erſt in Pyin, dann — ?) in leimgebende Subſtanz übergegangen. Aehnliche chemiſche Veränderungen finden Statt bei der Bildung von Blut, von Nerven, von Knochen.

Der eben betrachtete Uebergang des entzündlichen Erſudats in Organiſation kann auf eine doppelte Weiſe vor ſich gehen. Dieſe Verſchiedenheit iſt auch bei äußeren Verletzungen, Wunden u. dgl., wo ſie ſich am leichteſten beobachten läßt und am erſten in die Augen fällt, von den praktiſchen Chirurgen längſt bemerkt und es ſind demnach die Vorgänge durch zwei verſchiedene Namen — Heilung durch erſte Vereinigung und Heilung durch Granulationenbildung — unterſchieden worden.

Bei der Heilung durch erste Vereinigung geht das entzündliche Exsudat sogleich und seiner ganzen Menge nach in Organisation über — bei der durch Granulation verwandelt sich der größte Theil desselben in Eiter, dann theilt sich das durch die fortdauernde Entzündung beständig ausschwitzende Exsudat; ein Theil davon wird zur Eiterbildung, ein andrer zur Organisation verwandt, und die Ersetzung des Substanzverlustes erfolgt sehr allmälig, in dem Maße als der zur Eiterbildung verwandte Theil im Verhältniß zu dem, welcher in Organisation übergeht, immer kleiner wird. Hier bilden sich also die Granulationen und die aus denselben hervorgehenden organisirten Gewebe nicht etwa aus dem Eiter heraus — der Eiter ist seiner Natur nach zur weitern Ausbildung, zu jeder fernern organischen Metamorphose unfähig —, sondern nur ein Theil des Exsudats, und zwar derjenige, welcher nicht in Eiter übergeht, wird zu bleibenden Geweben. Die genauere mikroskopische Untersuchung der Granulationen zeigt aber, daß dieselben aus zwei wesentlich verschiedenen Elementen bestehen 1) aus Eiterkörperchen, 2) aus primären Zellen, welche in der Umwandlung in bleibende organische Gebilde, in Blutgefäße mit Blut, in Bindegewebe u. s. w. begriffen sind.

Im Allgemeinen kann man sagen: die Heilung durch erste Vereinigung erfolgt vorzugsweise durch Umwandlung von festem, die durch Granulationenbildung oder durch Eiterung vorzugsweise aus flüssigem Faserstoffexsudat — doch erleidet dieses Gesetz manche Ausnahmen.

Sieht man von dem Proceß der Organisation, den dabei stattfindenden Vorgängen ab, und betrachtet nur das Endresultat des Entzündungsprocesses, und dabei die Anordnung der aus dem entzündlichen Exsudat hervorgegangenen organischen Gewebe und das Verhältniß derselben zu den umgebenden normalen, bereits früher vorhandenen histologischen Elementartheilen, so lehrt die Beobachtung, daß man folgende Fälle unterscheiden muß:

1) die neugebildeten Gewebe dienen als Ersatz für verloren gegangene Theile, bei Wunden mit Substanzverlust u. s. f. Wir bezeichnen diesen Vorgang im Allgemeinen mit dem Namen der »entzündlichen Regeneration«. Dabei weis't aber die Beobachtung wieder zwei verschiedene Grade nach:

a. die neugebildeten Theile gleichen in jeder Hinsicht, in ihren morphologischen, chemischen und functionellen (physiologischen) Eigenschaften vollkommen den verloren gegangenen, zu deren Ersatz sie bestimmt sind — »vollkommene Regeneration« —; oder

b. die neugebildeten Theile weichen in ihren Eigenschaften mehr oder weniger von den früheren, zu deren Ersatz sie bestimmt sind, ab: man nennt dann die neugebildeten Theile »Narbe«. Die Narben können sich auf sehr verschiedne Weise von dem bei vollkommner Regeneration wiedererzeugten Gewebe unterscheiden; das Exsudat kann länger als gewöhnlich in einem amorphen Zustande verharren und die Entwicklung desselben sehr langsam erfolgen; — dann ist die Narbe nur vorübergehend; oder die neugebildeten organischen Gewebetheile sind zwar vollkommen entwickelt, bestehen aber vorzugsweise aus Elementen von niedrer physiologischer Dignität, hauptsächlich aus Bindegewebe, und die im normalen Zustande am verletzten Theile vorhanden gewesenen höhern Gebilde, Nerven, Muskelfasern u. dgl. ersetzen sich gar nicht, oder viel sparsamer als vorher, ein Mangel, wodurch der neugebildete Theil in seinem physiologischen Verhalten und seinen Functionen hinter den normalen zurückstehen muß;

2) das neugebildete Gewebe dient nicht als Ersatz für einen Substanzverlust; es hat weder vor noch während der Entzündung ein Substanzverlust stattgefunden — sondern es vermehrt geradezu die Masse des in dem entzündeten Theile schon vorher vorhandenen Gewebes, ist aber mit ihm so innig verschmolzen, daß man nach vollendeter Entwicklung nicht mehr unterscheiden kann, welche histologischen Elemente neugebildet sind und welche bereits vorher vorhanden waren. Wir bezeichnen diesen Ausgang mit dem Namen »entzündliche Hypertrophie«. Bei ihr können aber eben so wie bei der Regeneration verschiedene Grade in der Vollkommenheit der neugebildeten Gewebetheile vorkommen;

3) endlich das neuerzeugte Gewebe bildet zwischen und neben den normalen Theilen eigenthümliche, mehr oder weniger deutlich abgegrenzte, mehr oder weniger deutlich unterscheidbare selbstständige Partien, die wir mit dem allgemeinen Namen von »Geschwülsten« bezeichnen wollen. Diese Geschwülste kommen entweder in ihrer histologischen Zusammensetzung mit den umgebenden Theilen ganz genau oder größtentheils überein, so die Fasergeschwülste, Condylome, Lipome, oder sie sind von denselben verschieden, und können dann entweder gutartig sein, wie Balggeschwülste, Hydatiden, oder bösartig, wie Markschwamm, Tuberkel, Skirrhus. Doch ist es bis jetzt noch sehr zweifelhaft, ob viele Formen dieser Geschwülste, namentlich die zuletzt genannten, aus einem reinen, nicht mit anderen Vorgängen combinirten Entzündungsproceß hervorgehen können.

Diese hier aufgestellten Endresultate der Organisation des entzündlichen Exsudats und ihre Unterabtheilungen sind aber bloße Begriffsbestimmungen, die wie alle Eintheilungen concreter Naturerscheinungen, nur die äußersten Grenzen angeben sollen. Es giebt zwischen ihnen so viele Uebergangsstufen und Zwischenformen, daß man bei Untersuchungen selten einen Fall findet, der ganz in eine der genannten Abtheilungen paßt und nicht wenigstens stellenweise auch Uebergänge in die anderen Formen zeigt.

Was im Vorstehenden über die von einer Weiterentwicklung des entzündlichen Exsudats abhängigen Entzündungsausgänge gesagt wurde, sind positive Thatsachen, die sich auf oft wiederholte Beobachtungen stützen. Wir wollen nun versuchen, von ihnen aus durch Schlüsse so weit als möglich in das Wesen und die Ursachen derselben einzudringen, indem wir uns aber auch hier an das Zugängliche halten und alle nicht nothwendigen Hypothesen vermeiden wollen.

Wir fanden es wahrscheinlich, daß der Entzündungsproceß selbst durch eine gesteigerte Anziehung zwischen Blut und Parenchym hervorgerufen wird; wir haben ferner die Ursachen der Zertheilung der Entzündung und des Brandes als Entzündungsausgang bereits besprochen, und setzen alles dort Gesagte hier als bekannt voraus.

Mit der Exsudation des Blutplasma hat sich die Entzündung, insofern sie von einer vermehrten Anziehung zwischen Blut und Parenchym herrührt, erschöpft. Ja, in den Fällen, wo der Grund der Entzündung theilweise im Blute, in einem vermehrten Faserstoffgehalt desselben, gesucht werden muß, erscheint die Exsudation wirklich als eine Krise, d. h. als eine Ausstoßung des die Entzündung veranlassenden und unterhaltenden Moments. Es fragt sich nun: hat die Entzündungsursache, auch über die Exsudation hinaus, einen Einfluß auf die Weiterentwicklung des exsudirten Blutplasma, oder nicht — und von welchen Bedingungen hängt überhaupt die Weiterentwicklung des letztern ab?

Dieſe Fragen geben zu folgenden Betrachtungen Anlaß. Die Weiterentwicklung des entzündlichen Exſudats iſt, wie wir gezeigt haben, eine ſehr mannigfaltige und verſchiedene, die Entzündungsurſache iſt aber nach unſerer Hypotheſe eine einfache: vermehrte Anziehung zwiſchen Blut und Parenchym; von letzterer allein läßt ſich daher die Weiterentwicklung des Exſudats nicht ableiten.

Bei der *Organiſation* des Exſudats geſchieht die Weiterentwicklung deſſelben ganz nach den Geſetzen der normalen Ernährung; es iſt deshalb ſehr unwahrſcheinlich, daß hiebei eine abnorme Kraft, die Entzündungsurſache, das Bedingende ſein ſollte.

In manchen Fällen zerfällt das entzündliche Exſudat, ohne daß es zu einer eigentlichen Entwicklung und Zellenbildung kommt, ſo bei typhöſen, bei ſkrophulöſen Entzündungen, in den meiſten Fällen von Ulceration u. ſ. f. Während nun die Wirkung der Entzündungsurſache auf das Exſudat in der Regel eine productive wäre, müßte ſie hier eine deſtructive, verhindernde ſein, was doch nicht wohl zugleich möglich iſt.

Einige Arten von Weiterentwicklung des Exſudats ſind der Entzündung eigenthümlich; die Bildung von Eiterkörperchen und Körnchenzellen, oder die Eiterbildung im weitern Sinne. Von dieſen beiden Entzündungsausgängen allein könnte man ſagen, daß ſie von der Entzündungsurſache bedingt werden; aber ſelbſt hier anzunehmen, daß letztere allein wirkt, iſt ſchon deßhalb mißlich, weil ja die Bildung von Eiterkörperchen und die von Körnchenzellen ebenfalls morphologiſch verſchieden ſind.

Daraus geht nun hervor, daß die Weiterentwicklung des entzündlichen Exſudats nicht allein von der Einwirkung der Entzündungsurſache abhängen könne, daß aber letztere doch in gewiſſen Fällen — bei der Eiterung im weitern Sinne — von weſentlichem Einfluß dabei zu ſein ſcheine. Wie dieſer Einfluß ausgeübt wird, iſt gänzlich unbekannt; wir müſſen uns begnügen, zu wiſſen, daß er vorhanden iſt und worin er beſteht.

Verſuchen wir nun aus dieſen Betrachtungen, mit Zuziehung anderer Erfahrungen, die Urſachen und Bedingungen der Weiterentwicklung des Exſudats zu begreifen.

1. Die letzte Urſache der Entwicklung liegt in der Natur des Exſudats ſelbſt, dieſes hat, ſei es nun flüſſig oder geronnen, als amorpher Bildungsſtoff, wie alle Blaſteme, wie die Eier aller Thiere, die Samen aller Pflanzen, die Möglichkeit ſeiner Entwicklung in ſich ſelbſt. Es geht unter günſtigen Verhältniſſen ſeiner Natur nach nothwendig in Entwicklung über und die Entwicklungsfähigkeit wird ihm nicht etwa erſt durch den vorausgegangenen Entzündungsproceß übertragen, ſie liegt ſchon in der urſprünglichen Natur des Faſerſtoffs. Daher iſt die Anſicht, welche den Entzündungsproceß als eine vermehrte Bildungsthätigkeit, eine erhöhte Plaſticität darſtellt, nur bedingt wahr. Sie iſt falſch, wenn ſie behauptet, die *Intenſität* der Bildung, das Entwicklungsſtreben des Bildungsſtoffs ſei dynamiſch erhöht; nur darin hat ſie Recht, daß durch die Entzündung den umgebenden Theilen mehr Bildungsmaterial geliefert wird, als bei der normalen Ernährung, daß alſo die Bildungsfähigkeit durch Vermehrung der in Entwicklung übergehenden Materie eine *extenſiv* vermehrte iſt.

2. Wenn auch *Entwicklungsfähigkeit* (potentia) des Exſudats als eine ihm nothwendig ſeiner Natur nach inwohnende Eigenſchaft angeſehen werden muß, ſo iſt doch der *wirkliche Uebergang deſſelben in die Entwicklung* (actus) von äußeren Bedingungen abhängig, kann

dadurch verhindert, befördert oder auf verschiedene Weise modificirt werden. Diese äußeren Bedingungen sind freilich bis jetzt in ihrer speciellen Wirksamkeit und Wirkungsweise nur unvollkommen bekannt, doch weiß man wenigstens Folgendes:

A. Zur Entwicklung des Exsudats sind gewisse allgemeine Bedingungen nothwendig, welche bei keiner organischen Entwicklung fehlen dürfen, und zwar

a. eine gewisse mittlere Temperatur: am günstigsten ist diejenige, welche der normalen des menschlichen Körpers entspricht. Eine Temperaturerniedrigung unter 0°, eben so aber eine Temperaturerhöhung über 100° C. verhindert jede Entwicklung;

b. die Gegenwart von Wasser (Feuchtigkeit) und Sauerstoff.

B. Das Individuum, in welchem die Exsudation stattgefunden hat, ist von unläugbarem Einfluß auf die wirkliche Entwicklung des Exsudats. Dieser Einfluß ist aber, wie die Beobachtung lehrt, von doppelter Art; er hängt ab

a. von den Theilen, welche das Exsudat zunächst umgeben, in die es abgelagert ist. Sind diese Theile ihres Lebens beraubt, z. B. brandig, so geht auch das Exsudat nicht in Entwicklung über, sondern zerfällt geradezu;

b. von dem Einflusse des ganzen Individuums, oder mit anderen Worten: die wirkliche Entwicklung steht unter dem Einflusse der Lebenskraft. Hiefür sprechen viele Erfahrungen negativer Art; nie hat man am Exsudat nach dem Tode, am Leichnam, — eben so nie an dem vom lebenden Körper abgetrennten, ausgeschnittenen Exsudat eine wirkliche organische Weiterentwicklung beobachtet (von der Fäulniß kann hier natürlich keine Rede sein).

3. Die Entwicklungsfähigkeit des Exsudats ist eine allgemeine, unbestimmte, d. h. aus demselben Exsudate können ohne Zweifel die verschiedensten Gebilde: Eiter, Körnchenzellen, Zellgewebe, Knorpel, Knochen, Nerven u. s. f. hervorgehen. Wenigstens sprechen alle bisher gemachten Beobachtungen hiefür; das Exsudat ist in allen Fällen von Entzündung seiner morphologischen und chemischen Anordnung nach mit sehr unbedeutenden, ganz unwesentlichen Verschiedenheiten dasselbe; Exsudat, das jetzt zu Eiter wird, kann in einem andern Falle in Zellgewebe übergehen; ja ein Theil desselben, in demselben Organe abgelagerten Exsudats kann sich zu Zellgewebe entwickeln, während sich ein anderer Theil in Eiter umwandelt; dies ist der Fall bei der Granulationenbildung. Daraus geht aber hervor, daß zwar die allgemeine Entwicklungsfähigkeit auf der innersten Natur des Exsudats selbst beruht, daß aber die Art, wie das Exsudat sich entwickelt, und das Endresultat der Entwicklung von äußeren Umständen abhängt. Da dieser Punkt eine große praktische Wichtigkeit hat, so wollen wir versuchen, wie weit es möglich ist, diese Bedingungen auszumitteln. Erfahrung und Ueberlegung giebt Folgendes an die Hand:

1) die das Exsudat zunächst umgebenden histologischen Elementartheile üben offenbar einen bedeutenden Einfluß auf die Weiterentwicklung und Gestaltung desselben aus. Trägt dieser Einfluß über die entgegenwirkenden Umstände den Sieg davon, so wird Exsudat, in der Nähe von Bindegewebe abgelagert oder von demselben umgeben, wieder zu Bindegewebe, wie wir bei den Granulationen, bei der Mehrzahl der Regenerationen, bei der Heilung von Wunden durch schnelle Vereinigung sehen. Exsudat in der unmittelbaren Nähe von Knochen wird erst in Knorpel, dann in Knochen umgewandelt; so bei der Bildung von entzündlichen Exostosen, bei der Heilung von Knochenbrüchen, wo die Bildung des Callus auf diesem Vorgange beruht. Selbst Nervenprimitivfasern regeneriren sich wieder von ihren

durchschnittenen Enden aus. Unter dem Einflusse der normalen organischen Muskelfasern bilden sich entzündliche Hypertrophien der Muskelhäute des Darmkanals. Nach bedeutendem Substanzverlust können sich aus dem entzündlichen Exsudat sehr verschiedene histologische Elementartheile zugleich bilden: Blut, Nerven, Zellgewebe, Knochen, jedes von dem entsprechenden normalen Gewebe aus. Selbst vollständige seröse Häute, geschlossene Säcke mit Gefäßen und Epithelium, können sich aus der auf entzündeten serösen Häuten abgelagerten Exsudatschichte neubilden. In allen diesen Fällen beruht die pathologische Neubildung offenbar auf einem Ueberwiegen des Einflusses der umgebenden Theile über die übrigen auf die Entwicklung des Exsudats influirenden Umstände.

Wir können also überhaupt sagen: der Uebergang des entzündlichen Exsudats in Organisation erfolgt dann, wenn der Einfluß der das Exsudat umgebenden normalen histologischen Elemente über die übrigen Verhältnisse den Sieg davon trägt, und diesem den Stempel seiner eigenen Art des Seins aufzudrücken vermag. Umstände, welche den Uebergang des Exsudats in Organisation begünstigen oder möglich machen, sind aber: normale Beschaffenheit und unverletzte Lebensenergie der umgebenden Gewebe, geringe Quantität und langsames, allmäliges Auftreten des Exsudats, geringe Energie und baldiges Erlöschen der Entzündungsursache nach geschehener Exsudation.

2) Nicht bloß die Lebensenergie der einzelnen Gewebe, sondern auch die Lebenskraft des ganzes Organismus, und zwar sowohl ihre Quantität (Energie), als ihre Qualität, hat einen bedeutenden Einfluß auf die Weiterentwicklung des Exsudats. In allen Fällen, wo nach geschehener Exsudation oder mit derselben, ein großer allgemeiner Verfall der Kräfte zugegen ist, wie beim Typhus, bei der Gangrän, kommt das Exsudat entweder gar nicht zur Entwicklung oder diese ist eine sehr unvollkommne; das Exsudat zerfällt ohne alle, oder mit sehr unvollkommner Tendenz zur Zellenbildung, in eine kaum organisirte, unbestimmt körnige Masse [1]). Dieselbe unvollkommene Ausbildung erfährt das Exsudat bei Scrophulosis. Geringe Energie der Lebenskraft wirkt also überhaupt hemmend und störend auf die organische Weiterentwicklung des Exsudats.

3) Endlich übt der Entzündungsproceß einen deutlichen Einfluß auf die Weiterentwicklung des Exsudats aus; wo er vorherrscht, auch nach geschehener Exsudation noch ungeschwächt fortdauert und weder die örtliche Energie der Gewebe ihn zu überwinden vermag, noch ein allgemeines Gesunkensein der Lebenskraft überhaupt jede Entwicklung hemmt, da geht das Exsudat in Eiter im weitern Sinne des Worts (wahre Eiterkörperchen oder Körnchenzellen) über. Ob die von uns angenommene Entzündungsursache — vermehrte Anziehung zwischen Blut und Parenchym — unmittelbar diesen Einfluß auf das Exsudat ausübt, oder ob letzterer von anderen dynamischen Veränderungen abhängt, welche durch die Entzündungsursache gesetzt werden, ist unbekannt; daß aber dieser Einfluß vorhanden ist, kann kaum bezweifelt werden.

Der Uebergang des Exsudats in Eiterung zerfällt aber, wie erwähnt, in zwei verschiedene Arten, Bildung von Körnchenzellen und Bildung von eigentlichem Eiter. Worin der Grund dieser zwei verschiedenen Ausgänge liegt, läßt sich nicht nachweisen, ja kaum vermuthen.

Die Bildung von Körnchenzellen kommt vor bei Entzündungen parenchymatöser Organe, des Gehirns, der Lunge, der Leber, Milz, des in-

[1]) Vgl. meine Icones path. Taf. VI. Fig. 6. u. Fig. 16—19.

nern Auges u. s. f., wenn das in dieselben exsudirte und geronnene Plasma den für den Ausgang der Krankheit günstigsten Entwicklungsausgang einschlägt, bei unverletztem Gewebe, ungeschwächter, normaler Lebenskraft. Wirkliche entzündliche Hypertrophie, Uebergang des Exsudats in organisirte Gewebe, kommt zwar in diesen Organen allerdings vor, aber sehr selten; nur bei sehr jungen Individuen (fast ausschließlich bei Kindern, wo die organische Neubildung überhaupt eine vermehrte ist), bei sehr geringer Quantität und sehr allmäliger Ausschwitzung des Exsudats. Vielleicht kommt es in diesen Organen deßhalb schwerer zu organischen Neubildungen und die Stelle derselben wird von der Bildung von Körnchenzellen vertreten, weil alle diese Organe histologisch sehr zusammengesetzt sind, und Uebergang des Exsudats in Organisation, bei einfacher Regeneration sowohl als bei Hypertrophie, um so leichter erfolgt, je einfacher die Zusammensetzung des betreffenden Theils, und umgekehrt um so schwieriger und seltner, je complicirter dieselbe ist. Man kann daher vielleicht sagen: Uebergang des Exsudats in Körnchenzellen kommt dann vor, wenn dasselbe zwar nicht in bleibende Gebilde umgewandelt werden kann, wegen seiner Quantität, der Raschheit seines Auftretens und seines Strebens, *schnell* in Entwicklung überzugehen, dann wegen der Zusammengesetztheit und histologischen Mannigfaltigkeit oder hohen Dignität der Gewebe, in die es abgelagert ist, — wenn aber doch die allgemeine Lebenskraft und der Einfluß der umgebenden Theile hinreichend stark ist, um seinen Uebergang in Eiterung zu verhindern. Daß die Bildung von Körnchenzellen nicht bloß von allgemeinen, sondern auch von örtlichen Einflüssen abhängt, geht daraus hervor, daß man, freilich selten, beobachtet, wie von einem und demselben Exsudat, z. B. in den Lungen, ein Theil in Körnchenzellen, ein andrer in Eiter übergeht.

Der *Uebergang des Exsudats in Eiter* scheint dagegen vorwaltend auf der fortdauernden Einwirkung der Entzündungsursache und dem Vorherrschen derselben über die anderen Momente zu beruhen. Er wird offenbar begünstigt: durch ein rasches Auftreten des Exsudats, wodurch dasselbe zugleich disponirt wird, sich schneller zu entwickeln, als wenn es allmälig ausschwitzt; durch eine große Quantität desselben, durch große Intensität der Entzündung, durch eine geringe Energie der allgemeinen Lebenskraft des Organismus, und der örtlichen einzelner Gewebe.

Der einmal gebildete Eiter hat ohne Zweifel ebenso wie die normalen Gewebe die Tendenz, zu bewirken, daß ein in seiner Nähe befindliches Faserstoffexsudat nicht organisirt wird, sondern gleichfalls in Eiter übergeht. Diese Wirkung erklärt den alten Satz, »daß Eiter Eiter mache«, und die praktische Regel, daß man einen Abscess nicht zu früh, vor seiner vollkommnen Reife öffnen solle, weil dadurch die Schmelzung der harten Ränder, also die Verwandlung des noch unorganisirten Exsudats von festem Faserstoff in Eiter verzögert werde. Zugleich wirken aber hiebei dieselben Bedingungen, welche ursprünglich die Entwicklung der ersten Partien des Exsudats zu Eiter veranlaßten, noch mit. Sobald die allgemeine und örtliche Lebenskraft anfängt den Sieg davon zu tragen, und in demselben Maße als zugleich die Energie des Entzündungsprocesses und die Menge des durch denselben später gelieferten Exsudats abnimmt, nimmt auch die Tendenz zur Eiterbildung ab und die zur Organisation — entzündlichen Regeneration — zu. Daher bemerkt man bei der Heilung aller mit Substanzverlust verbundenen Wunden, bei allen Heilungen durch Eiterbildung eine Art Kampf zwischen Eiterbildung und Granulationenbildung, wobei im Fall der Hei-

lung erstere immer mehr abnimmt, während letztere sich allmälig steigert, die Eiterbildung überwältigt und endlich ganz unterdrückt. Hieraus erhellt auch, warum die Heilung von Wunden durch Eiterung und Bildung von Granulationen nothwendig langsamer erfolgen muß, als die durch schnelle Vereinigung, weil im erstern Fall das ganze Exsudat sogleich organisirt wird, im andern nur ein kleiner Theil desselben, indem sich Eiterbildung und Bildung von bleibenden Geweben (Granulationen) in das Exsudat theilen. Die Heilung erfolgt aber um so rascher, je mehr bei gleichzeitiger Zunahme der Granulationen die Eiterabsonderung an Quantität abnimmt, d. h. je mehr von dem exsudirten Faserstoff auf die Erzeugung bleibender Gebilde verwendet und je weniger davon in Eiter umgewandelt wird. Bei sehr profuser Eiterbildung, mag sie nun durch eine große Intensität des Entzündungsprocesses, oder durch geringe Energie der Lebenskraft, schlechten Stand der Kräfte u. s. f. unterhalten werden (denn in beiden Fällen trägt der Einfluß der Entzündungsursache auf das Exsudat den Sieg davon), — schreitet aber die Granulationenbildung und Heilung sehr langsam oder gar nicht vorwärts.

Die von Mehren angenommne deletere, kaustische Wirkung des Eiters auf die umgebenden Theile gehört ohne Frage in das Reich der Fabel. Der Eiter, wenigstens das pus bonum et laudabile der Chirurgen ist eine sehr milde und chemisch sehr indifferente Flüssigkeit, welche in ihrer Zusammensetzung ganz mit der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit, dem Blutplasma, übereinkommt. Der normale Eiter wirkt durchaus nicht zerstörend auf die umgebenden Theile und hat keinen Substanzverlust zur Folge. Dies beweis't die Erfahrung: bei Abscessen ist durchaus kein Absterben, kein Verschwinden der normalen Gewebe zu bemerken (die sogenannten Eiterpfröpfe sind kein abgestorbenes Zellgewebe, sondern unorganisirtes Exsudat); Eiterabsonderung auf Schleimhäuten kann Wochen, ja Monate lang und länger mit großer Intensität fortdauern, ohne daß sich Geschwüre bilden, ohne daß die Leichenöffnung den geringsten Substanzverlust nachzuweisen vermag. Die Verschiedenheit der gutartigen Eiterung von der Verschwärung (Ulceratio) und das bei letzterer stattfindende Absterben der mit Eiter infiltrirten Gewebe ist in der Regel in ganz anderen Gründen zu suchen, als in einer zerstörenden Wirkung des bereits fertigen Eiters, wie folgende Ueberlegung zeigt.

Die Verwandlung des Exsudats in gewöhnlichen, gutartigen Eiter kommt dadurch zu Stande, daß bei normal beschaffener Lebenskraft der Entzündungsproceß vorwiegt, was nur durch eine bedeutende Intensität desselben möglich wird. Das Exsudat ist gewöhnlich in großer Menge vorhanden; die Entzündungsursache veranlaßt dasselbe sehr schnell, in wenigen Stunden, im längsten Falle innerhalb weniger Tage, in Eiter überzugehen; dies lehrt die Erfahrung. Wenn nun auch in diesen Fällen die Gewebetheile der Organe von dem geronnenen Exsudate eng umschlossen, gewissermaßen in dasselbe eingemauert sind, so ist doch ihre Lebenskraft eine ungeschwächte, und daher diese Zeit viel zu kurz, als daß sie während derselben absterben, gewissermassen ausgehungert werden könnten. Denn mit seiner vollständigen Ausbildung zerfällt der Eiter wieder, wird zu einer blanden Flüssigkeit, und die eingeschlossenen Theile werden eben damit wieder frei, sind in integrum restituirt.

Anders verhält es sich bei der Verschwärung, die, im weitesten Sinne aufgefaßt, nach ihren Ursachen und den mit ihr verbundenen Vorgängen, in zwei große Abtheilungen zerfällt.

Die eine, am häufigsten vorkommende, ist die Art, wo die Entzündung eine chronische, langsam verlaufende ist, also eine geringe Energie hat, während zugleich die Lebenskraft aus constitutionellen Ursachen oder örtlichen Gründen eine allgemein verminderte oder qualitativ veränderte ist (wie bei den sogenannten Dyskrasien, Skrophulosis, Syphilis, Arthritis u. s. f.). Die Folge dieser veränderten Umstände ist die, daß die Umwandlung des Exsudats in Eiter sehr langsam und sehr unvollkommen erfolgt. Die Erfahrung bestätigt dies: die Erweichung skrophulöser Abscesse z. B. erfolgt außerordentlich langsam, die Eiterkörperchen weichen von der Norm ab, sind weniger vollkommen ausgebildet als gewöhnlich [1]). In diesen Fällen sind die Gewebetheile Wochen, ja Monate lang vom geronnenen Exsudat eng eingeschlossen, vollkommen in dasselbe eingemauert, sie werden also von demselben gewissermaßen ausgehungert; da ihre Ernährung während so langer Zeit gehindert, da überdies ihre Lebenskraft durch die constitutionellen oder örtlichen Ursachen vermindert ist, so sterben sie ab, und werden zugleich mit dem ausgebildeten Eiter ausgeleert.

Die andre Art von entzündlicher Mortification ist acut; sie nähert sich mehr dem Brande. Ihre Bedingungen sind: sehr verminderte Energie der Lebenskraft, sei sie nun allgemein oder örtlich, wie beim Typhus, nach Verbrennungen oder Erfrierungen. Hier kommt wenig darauf an, ob der Entzündungsproceß intensiv oder ob er schwach und mit wenig Energie auftritt; wegen unterdrückter Lebenskraft kommt es überhaupt nicht zu einer vollkommnen Entwicklung des Exsudats, dasselbe zerfällt, ohne alle oder mit geringer Tendenz zur Zellenbildung, zu einer unbestimmten amorphen Masse [2]). Zugleich mit ihm zerfallen wegen des örtlichen Erlöschens der Lebenskraft auch die Gewebe und werden mit dem zerfallnen Exsudate zugleich ausgeleert.

In den beiden betrachteten Fällen von Verschwärung ist aber der Eiter wesentlich verschieden. Im ersten Falle wird wirklicher Eiter gebildet, Eiterserum mit Eiterkörperchen, aber der Eiter ist mehr oder weniger abnorm, seine Körperchen, oft auch sein Serum, weichen von der Norm ab, doch sind die hier obwaltenden Verschiedenheiten oft so gering, daß sie kaum bemerkt werden und die Ulceration wird nicht etwa von der Abormität des Eiters bedingt; beide hängen von gemeinschaftlichen Ursachen ab. Im andern Falle ist das Entzündungsproduct kein Eiter, es ist Jauche (sanies). Jauche aber nennt man im Allgemeinen alle Entzündungsproducte, die nicht aus einer Weiterentwicklung, sondern aus einer Zersetzung (Verderbniß, Fäulniß?) des entzündlichen Exsudats hervorgehen. Die Jauche zeigt in verschiedenen Fällen sehr verschiedene Eigenschaften. Auf der äußersten, dem normalen Eiter fernsten Grenze steht die Jauche der Gangrän; sie bildet eine schmutzig rothe Flüssigkeit ohne körperliche Theile und besteht aus zersetztem Blute — Blutserum mit aufgelöst'em Blutfarbestoff. Auf sie folgt das zerfallene Exsudat, Serum mit unbestimmt körnigen, zerfallenen Exsudatpartien, ganz identisch mit der zerfallenen Markschwamm- und Tuberkelmasse. Von ihr aus lassen sich alle Uebergangsstufen durch den abnormen zum normalen Eiter beobachten. Wie zwischen Eiter und Jauche, so lassen sich auch zwischen der normalen Eiterung und den beiden beschriebenen Arten der Verschwärung alle möglichen Uebergangsformen beobachten. Das hier Betrachtete sind nur die Endpunkte von Reihen, deren einzelne Glieder unendlich viele Modificationen und Combinationen erfahren können.

Dies ist meiner Ansicht nach die richtige Erklärung des Absterbens der

[1]) Vgl. Icones path. Taf. III. Fig. 8–12. [2]) A. a. O. Taf. VI. Fig. 16—19.

Gewebe bei der Verschwärung. Sie macht letztere nicht von der Beschaffenheit des Eiters abhängig (wiewohl nicht geläugnet werden soll, daß sehr stinkende, faulige Brandjauche auf die umliegenden gesunden Theile excoriirend und reizend, und in den Organismus aufgenommen, resorbirt, allgemein schädlich, ja vergiftend wirken könne), sondern sie erklärt beide aus einer gemeinschaftlichen Ursache.

Das Vorstehende möge als Versuch angesehen werden, die verschiedenen bei der Weiterentwicklung des Exsudats eintretenden Vorgänge, so weit es die bisherigen, noch sehr lückenhaften Beobachtungen erlauben, zu erklären.

Wir haben nun die einzelnen Erscheinungen der Entzündung analysirt, ihren Zusammenhang, ihre Aufeinanderfolge, ihre nahen und entfernten Ursachen, so weit es in einer kurzen Darstellung möglich ist, aufzufinden und zu erklären versucht. Es bleibt nur noch übrig nachzuweisen, daß die gegebene Darstellung und Erklärungsweise wirklich auf die in der Natur vorkommenden, concreten Entzündungsfälle paßt, daß sie also nicht bloß theoretisch, sondern auch praktisch brauchbar ist. Eine übersichtliche, skizzenhafte Darstellung der verschiedenen Entzündungsarten wird für diesen Zweck genügen. Die concreten Entzündungen lassen sich unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten betrachten 1) anatomisch, nach dem Orte ihres Vorkommens; 2) genetisch, nach den sie hervorrufenden Ursachen. Beide Momente, das anatomische sowohl als das genetische drücken der Entzündung einen eigenthümlichen Stempel auf.

I. Verschiedenheit der Entzündung nach der Oertlichkeit des Vorkommens.

A. Entzündungen flächenartig ausgebreiteter Organe.

a. Entzündungen von Schleimhäuten. Sie sind vorzüglich charakterisirt durch Exsudation nach der von ihnen ausgekleideten Höhle und gleichzeitiger Abstoßung des Epitheliums. Congestionserscheinungen fehlen hier nie, die Schleimhaut erscheint immer geröthet, aber die Grenze zwischen eigentlicher Congestion und entzündlicher Congestion ist hier in der Regel schwer zu ziehen; beide gehen gerade hier häufiger in einander über als in anderen Organen. Die Krankheitsursache ist selten eine örtlich einwirkende, in der Regel wirkt sie auf einen andern Theil ein, so bei Erkältungen, also wahrscheinlich durch Reflex. Ausschwitzung von bloßem Blutserum in die Höhle der Schleimhaut, ist selten, doch beobachtet man sie bisweilen, z. B. am Anfange des Schnupfens, wo öfters eine wasserhelle, nicht gerinnbare Flüssigkeit abgesondert wird. Noch seltner ist Oedem der Schleimhaut; es betrifft in der Regel nur das submuköse Zellgewebe, so bei Oedema glottidis. Exsudation von Blutplasma ist die häufigste Folge von Schleimhautentzündungen und fehlt fast nie. Das Exsudat bleibt in der Regel flüssig und tritt als flüssiges Blastem für Eiterkörperchen auf, wie es oben bei der Eiterung angegeben wurde. In Körnchenzellen sah ich es nie übergehen. Nur verhältnißmäßig selten, bei sehr acuten Fällen, wo wahrscheinlich zugleich ein Ueberschuß von Faserstoff im Blute zugegen ist, gerinnt das ergossene Blutplasma auf der Oberfläche der Schleimhaut und bildet eine membranartige Schicht von festem Exsudat, — so bei Croup, Angina membranacea, bei sehr acuten Fällen von Darmentzündung, namentlich bei Ruhren. Diese Pseudomembrane werden in der Regel als solche ausgeleert, wenn nicht schon vorher der Tod des Individuums erfolgt; eine Weiterentwickelung derselben, in Organisation, oder auch nur in Eiterkörperchen oder Körnchenzellen habe ich nie beobachtet; alle von mir untersuchten

waren amorph. Bei großer Intensität der Entzündung erfolgt häufig Zerreißung der Haargefäße und Bluterguß in die Höhle — so namentlich bei Dysenterien. In das Gewebe der Schleimhaut erfolgt die Exsudation selten; in der Regel nur dann, wenn neben der Schleimhaut auch noch das submuköse Bindegewebe, oder letzteres allein enzündet ist (typhöse Plaques — Dysenterie). Nur in solchen Fällen kann die Entzündung auf die oben erwähnte Weise eine Verschwärung der Schleimhaut veranlassen.

b. Entzündungen seröser Häute tendiren ebenfalls immer nach Innen und ergießen ihre Producte in die von ihnen ausgekleidete Höhle. Die Entzündungsursache ist fast nie eine mechanische, sehr selten eine örtlich einwirkende (Pleuritis in Folge erweichter Tuberkeln); häufig liegt ein Theil der Entzündungsursache im Blute (rheumatische Entzündungen, kurz alle die zahlreichen Fälle, wo das Blut bei Pleuritis, Peritonitis, Pericarditis einen vermehrten Faserstoffgehalt zeigt); der andre Theil der Entzündungsursache hängt, wie erwähnt, sehr selten von örtlichen Einwirkungen ab, gewöhnlich vom Nervensystem (wahrscheinlich durch Reflex), wie bei unterdrückter Hautsecretion, unterdrückter Menstruation, Lochien u. s. w. Die Congestionserscheinungen (Röthe ꝛc.) sind immer deutlich. Die Congestion ist aber vorzugsweise entzündlich, und reine Congestionen nach serösen Häuten scheinen verhältnißmäßig selten. Erguß von Blutserum wird häufig beobachtet; er erfolgt immer in die Höhle (entzündlicher Hydrops); doch ist es schwer, diesen entzündlichen Hydrops immer mit Bestimmtheit von den durch eine passive Stase bewirkten zu unterscheiden. Erguß von Blutplasma in das Innere der Höhle ist sehr häufig; er fehlt nie bei ausgebildeten Entzündungen. Das Plasma bleibt oft ziemlich lange flüssig und kann in diesem Zustande durch die Paracentese der Höhle entleert werden. Wird es nicht resorbirt und nicht nach Außen entleert, so tritt es entweder als flüssiges Blastem für Eiter auf, was seltner ist, oder es legt sich ganz oder zum Theil im geronnenen Zustand an die Wände des serösen Sackes an. Im letztern Falle entwickelt es sich in der Regel, wenn die Entzündung nicht sehr intensiv ist, oder sehr lange dauert, chronisch wird, zu Bindegewebe (Pseudomembranen), kann wohl auch zu einer vollständigen neugebildeten serösen Haut mit Blutgefäßen und Epithelium werden. Gerinnt das Exsudat in unregelmäßigen, nicht membranösen Partien, oder in freischwebenden Flocken, so tritt es in der Regel als festes Blastem für Eiter auf. In Körnchenzellen geht das auf serösen Häuten abgelagerte feste Exsudat sehr selten über, doch habe ich diesen Vorgang im Herzbeutel beobachtet. Ist die Entzündung der serösen Haut nur eine theilweise, so bildet das geronnene Exsudat örtlich beschränkte membranöse Lagen, Zotten u. dgl., die in der Regel in Organisation übergehen und zu Bindegewebe (Pseudomembranen, Adhäsionen) werden, nur selten sich in Eiter und noch seltner in Körnchenzellen umwandeln.

B. Entzündungen massiger Theile.

a. Entzündungen einfacher, hauptsächlich aus Bindegewebe bestehender Theile, wie Bindegewebe, Fettgewebe ꝛc. In diesen Theilen erscheint die Entzündung besonders rein und unvermischt mit anderen Symptomen. Die Entzündungsursache ist gewöhnlich eine örtlich einwirkende, eine Verwundung im weitesten Sinne, seltener eine von Innen heraus wirkende (Furunkeln u. dgl.) Der Entzündung geht selten eine reine Congestion voraus: sie beginnt in der Regel mit der entzündlichen. Erguß von Blutserum wird selten für sich beobachtet, nur bei com-

plicirteren Entzündungen dieser Art (Scharlach u. dgl.) oder als begleitendes Symptom (entzündliches Oedem im Umkreis von Abscessen). Die Kardinalsymptome der Entzündung: Hitze, Röthe, Schmerz, Geschwulst, sind hier in der Regel besonders deutlich; Extravasat wird selten beobachtet. Exsudation von Blutplasma ist bei ausgebildeten Entzündungen immer vorhanden. Dieses gerinnt in der Regel und bildet die Geschwulst. Das Exsudat umschließt in der Regel die normalen histologischen Elemente ganz eng, so daß sie wie eingemauert erscheinen. Gewöhnlich entwickelt sich dasselbe zu Eiter, wenn die Entzündung einigermaßen kräftig auftritt; es entsteht ein Abscess. Ist das Exsudat bedeutend, ist es allmälig entstanden, so wird in der Regel nach der Ausbildung des größten Theils zu Eiter, der noch unorganisirte Theil des Exsudats durch Schmelzung der umliegenden Theile aus seinem Zusammenhang mit dem normalen Gewebe getrennt und als Eiterpfropf ausgeleert. Nach Entleerung des Eiters dauert die Exsudation fort, aber ein Theil des Exsudats verwandelt sich im günstigen Falle in Granulationen, die Eiterung nimmt in demselben Maße ab und der Abscess schließt sich. Geht die Umwandlung des Exsudats in Eiter sehr langsam von statten, ist sie eine unvollkommene und zugleich die Lebenskraft des vom Exsudat eingeschlossenen Gewebes eine verminderte, so daß dasselbe eine Neigung hat, abzusterben, so wird die Eiterung zur Verschwärung. Ist die Entzündung nicht sehr intensiv, die Menge des Exsudats unbedeutend und die Lebensenergie des umliegenden Gewebes ungeschwächt, so kann das Exsudat sogleich in Organisation übergehen: es entsteht dann eine entzündliche Hypertrophie (bleibende Induration) des Theils. Auch Granulationenbildung kann, wenn sie im Uebermaaß auftritt, zur Hypertrophie führen.

b. Entzündungen sehr zusammengesetzter Organe, des Gehirns, der Lunge, der Leber u. s. f. Hier treten uns in jeder Hinsicht die größten Verschiedenheiten entgegen und doch lassen sich alle Erscheinungen auf die von uns beschriebenen Entzündungsvorgänge zurückführen. Die Entzündungsursachen sind sehr mannigfaltig, bald örtliche: mechanische, chemische Reize, Verwundungen, bald von Innen reflectirte (Sympathien, Erkältungen), bald constitutionelle (entzündliche Diathese, Veränderung des Bluts). Sehr oft lassen sich keine scharfen Grenzen ziehen zwischen einfacher und entzündlicher Congestion (so z. B. bei der Apoplexie des Gehirns). Ausschwitzung von Blutserum als selbstständiges Stadium kommt selten vor; Austritt von Blutplasma fast immer; er ist gewöhnlich ein reichlicher. Das Plasma wird in der Regel fest, umschließt die Gewebetheile sehr enge und hindert dadurch ihre Function: aber seine Menge, seine Anordnung kann sehr verschieden sein: bald ist das ganze Organ damit erfüllt, bald nur einzelne Theile. Der gewöhnliche Ausgang ist Entwicklung des Exsudats zu Körnchenzellen, mit deren Zerfallen und Resorption das Gewebe wieder frei wird und in den früheren Zustand zurückkehrt. Uebergang in Eiter ist seltner; er wird bisweilen mit der Bildung von Körnchenzellen zugleich beobachtet. Noch seltner ist der Uebergang in Organisation. In manchen Fällen, z. B. beim Typhus, bei Gangrän, zerfällt das Exsudat, ohne sich zu deutlichen Zellen zu entwickeln. Fast immer, wenigstens sehr häufig, wird die Entzündung von Blutextravasat begleitet: dieser Blutaustritt begünstigt den Uebergang in Gangrän, der bei Entzündungen der Lunge, der Leber, der Milz nicht selten beobachtet wird.

II. Verschiedenheit der Entzündung nach den Ursachen.

A. Entzündungen, hervorgerufen durch äußere örtliche

Einwirkung eines mechanischen oder chemischen Reizes. Die Ursache wirkt nur auf den entzündeten Theil, entweder unmittelbar auf das Parenchym oder dessen centrifugale Nervenbahnen (warscheinlich nicht durch Reflexbewegung); die Entzündung bleibt örtlich beschränkt. Gewöhnlich tritt sogleich eine entzündliche Congestion ein: der Tonus der Haargefäße ist örtlich herabgestimmt, sie werden in Folge einer vermehrten Anziehung des Parenchyms zum Blute (?) erweitert und gelähmt: die Erschlaffung erstreckt sich in der Regel auch auf die benachbarten Arterien, daher vermehrte Blutzufuhr, Pulsationen im entzündeten Theile. Zum Austritt von Blutserum kommt es selten, gewöhnlich erfolgt sogleich Exsudation von Blutplasma. Bei den einfachsten Entzündungen dieser Art, bei Schnitt- und Hiebwunden, hat das Exsudat verhältnißmäßig die größte Neigung zu Organisation, was leicht begreiflich, da die Entzündungsursache eine vorübergehende, nicht lange nachwirkende ist, und die Lebenskraft der umgebenden Theile ungeschwächt bleibt. Bei Quetschwunden ist die Menge des Exsudates bedeutender, die Verletzung eingreifender, die Entzündung nachhaltiger, daher die Neigung zur Eiterbildung größer. Entzündungen nach chemischen Reizen, Blasenpflastern, Causticis, nach Verbrennungen, verursachen, wenn sie weniger intensiv sind und die Ursache mehr auf die Fläche wirkt, häufig zuerst Erguß von Blutserum (Blasenbildung); ist die Einwirkung heftiger, die Zerstörung des organischen Gewebes bedeutender, so entsteht immer Eiterung, häufig auch Absterben des ergriffenen Theils, Gangrän. Aehnlich wie an der äußern Körperoberfläche wirken chemische und mechanische Reize in den Gefäßen, scharfe Stoffe in den Venen und Lympfgefäßen, Eiter in den Venen u. dgl.

B. Entzündungen aus allgemeinen (nicht örtlichen) und inneren Ursachen. Wir haben hier zweierlei Arten zu unterscheiden. 1) Fälle wo ein Theil der Entzündungsursache im Blute liegt: der Faserstoffgehalt desselben ist vermehrt und seine Anziehung zum Parenchym vergrößert. Dies ist, wie die Analyse nachweis't, fast bei allen Entzündungen innerer Theile der Fall, beim Rheumatismus acutus, bei Pleuresien, Pneumonien u. s. f.

2) Fälle, wo die Krankheitsursache dem entzündeten Theile von den Centraltheilen des Nervensystems (wahrscheinlich durch Reflex) übertragen wird, wie da, wo nach Erkältungen äußerer Theile, nach Unterdrückung von Secretionen u. s. f. innere Entzündungen entstehen.

Doch es kann hier nicht unser Zweck sein, alle concreten Entzündungen zu betrachten: bei manchen derselben, wie bei den exanthematischen Hautentzündungen kommen specielle ursächliche Momente in Betracht, die wir hier nicht berücksichtigen können (Contagium), bei den meisten treten noch Erscheinungen hinzu, wie Störung der Funktionen, Allgemeinleiden des Organismus (Fieber ꝛc.), deren Verfolgung uns hier zu weit führen würde — es mag genügen, gezeigt zu haben, daß die oben aufgestellten Entzündungsvorgänge sich wirklich in den concreten Fällen wiederfinden, daß sie hinreichen, alle wesentlichen Symptome zu erklären; daß ferner die Entzündung wirklich eine selbstständige, anderen Krankheiten analoge Krankheit ist.

Ehe wir diesen Artikel schließen, wollen wir noch einen Blick auf die Therapie der Entzündung werfen. Eine Aufstellung therapeutischer Grundsätze vom rein physiologischen, durchaus positiven Standpunkt ist gegenwärtig noch eine sehr mißliche Sache; doch kann eine strenge Sonderung der Vorgänge und eine klare Einsicht in die pathologischen und therapeutischen

Erscheinungen hierin schon jetzt Manches thun, und wird später bei näherer Einsicht in die physiologischen Wirkungen der Heilmittel immer größere Erfolge haben. Ich bemerke aber ausdrücklich, daß wir uns im Folgenden nur mit der Therapie der örtlichen Entzündung, der im Vorhergehenden betrachteten Entzündungsvorgänge beschäftigen wollen, mit Ausschluß der allgemeinen von Complicationen der Entzündung, vom Fieber u. s. f. abhängenden Erscheinungen, und daß ebendeßhalb die folgenden Resultate nicht darauf Anspruch machen, dem Practiker als sichere, ausreichende Normen für die Behandlung von Entzündungen zu dienen.

Betrachten wir zuerst die Blutentziehungen. Diese sind entweder örtliche oder allgemeine.

Oertliche Blutenziehungen durch Blutegel, Schröpfköpfe, Scarificationen. Das Auftreten der Entzündung hängt ab von der Entzündungsursache, die wir in einer vermehrten Anziehung zwischen Blut und Parenchym suchten. Wie örtliche Blutentziehungen der Entzündungsursache entgegenwirken oder sie aufheben sollten, ist nicht einzusehen. Die Entzündungsursache bewirkt zuerst entzündliche Congestion: Anhäufung der Blutkörperchen in den erweiterten Capillaren. Diesem Moment wirken offenbar örtliche Blutentziehungen entgegen: schon Scarificationen hindern die Blutanhäufung, indem sie den Blutkörperchen außer den natürlichen Abzugskanälen, den Venen, noch neue Abzugswege eröffnen. In noch höherem Grade thun dies Blutegel und Schröpfköpfe: sie eröffnen dem angehäuften Blute nicht bloß Abzugskanäle, sie ziehen auch nach physikalischen Gesetzen das Blut nach Außen, wirken also der rückhaltenden Kraft des Parenchyms direkt entgegen. Was hier von der Congestion gesagt wurde, gilt auch von der Stase: örtliche Blutentziehungen können ihren Eintritt verhindern, die bereits eingetretene wieder aufheben. Eben damit verhindern sie auch den Eintritt des Oedems, und in gewissem Grade auch die Exsudation von Blutplasma. Wo vermehrter Blutzufluß stattfindet, da können örtliche Blutentleerungen die üblen Folgen desselben, Gefäßzerreißung und Extravasat, verhindern, ihrer Entstehung vorbeugen. In Fällen, wo die Erschlaffung der Haargefäße nicht eine primäre, sondern eine sekundäre, von der Blutüberfüllung veranlaßte ist, wo ferner die Entzündungsursache eine vorübergehende, kurzdauernde ist, können also rechtzeitig angewandte Blutentziehungen den Eintritt der Stase verhindern, die Entzündung und damit auch die Entzündungsausgänge abschneiden. Wo die Entzündungsursache länger fortwirkt, da ist ihr Nutzen natürlich nur ein vorübergehender, augenblicklicher; sie müssen sehr oft wiederholt, sehr lange fortgesetzt werden, wenn sie wirklich nützen sollen. Aber auch nach dem Erlöschen der Entzündungsursache können sie noch Nutzen schaffen. Wir haben oben von der passiven Congestion gesprochen, wo die mit Blut überfüllten, von Blutkörperchen vollgepfropften Haargefäße sich nicht zusammenziehen, und nicht in ihren frühern Zustand zurückkehren können. In solchen Fällen werden sie durch örtliche Blutentziehungen von dieser Last ihres Inhalts befreit und ihre Rückkehr zum Normalzustand wird möglich gemacht. Bei activen Congestionen, wo die Fortdauer der Blutüberfüllung von einer primären Erschlaffung der Gefäßwände abhängt, können dagegen örtliche Blutentziehungen natürlich nichts nützen. Ebenso haben sie auf die Ausgänge der Entzündung, auf die weitere Entwicklung des Exsudats natürlich keinen directen Einfluß; wird aber eine noch fortbestehende entzündliche Congestion zur Ursache, daß bereits vorhandenes Exsudat nicht in Organisation oder Resolution,

sondern in Eiter übergeht, so wird auch hier ihr Nutzen ein augenfälliger sein.

Oertliche Blutentziehungen können aber nicht bloß nützen, sie können auch schaden, indem sie als neue Verletzungen zu neuen Entzündungsursachen werden: daher die praktische Regel, sie nicht ohne Noth unmittelbar auf die entzündeten Theile zu appliciren, wiewohl sie dort eigentlich am intensivsten wirken.

2) Allgemeine Blutentziehungen. — Bei der Betrachtung der allgemeinen Blutentziehungen als Antiphlogistica müssen wir von Vorne herein eine dreifache Wirkungsweise unterscheiden:

a. sie wirken herabstimmend auf das Nervensystem und die Lebenskraft überhaupt, wie dies Marshall Hall in seiner Schrift über Blutentziehungen so schön dargestellt hat. Diese Wirkungsweise derselben ist ohne Zweifel für die Praxis die wichtigste; aber ihre physiologische Erklärung ist schwierig und geht über die Grenzen unserer Aufgabe hinaus. Es ist gegenwärtig noch kaum möglich, nachzuweisen, wie durch eine Herabstimmung des Nervensystems die Entzündungsursache und vermehrte Anziehung des Parenchyms zum Blute aufgehoben werden kann. Offenbar geschieht dies in den Fällen am leichtesten, wo die Entzündungsursache, durch Reflex, von den Centraltheilen des Nervensystems aus auf die peripherischen Theile übertragen wurde.

b. Nimmt man gewöhnlich an, daß allgemeine Blutentziehungen umstimmend und verändernd auf das Blut wirken und den in demselben liegenden Theil der Entzündungsursache aufheben. Für diese Annahme fehlen indeß alle Beweise. Wir wissen, namentlich aus den Untersuchungen von Andral und Gavarret, Simon u. A., daß in den Fällen, wo wir eine allgemeine Diathesis inflammatoria annehmen müssen, das Blut eine materielle Veränderung zeigt. Sie besteht in einer Vermehrung seines Faserstoffs, welche mit der Intensität der Entzündung steigt, mit dem Erlöschen derselben abnimmt. Nach Andral's und Gavarret's Erfahrungen wird aber der Faserstoffgehalt des Bluts durch allgemeine Blutentziehungen nicht vermindert, es ist also vor der Hand nicht wahrscheinlich, daß Aderlässe den im Blute liegenden Theil der Entzündungsursache direct bekämpfen.

c. Oertliche Wirkung der allgemeinen Blutentziehungen auf den entzündeten Theil nach physikalischen Gesetzen. Diese betrachten wir hier vorzugsweise, da sie sich genauer, als die beiden übrigen, einsehen und nachweisen läßt. Allgemeine Blutentziehungen können auf verschiedene Weise der örtlichen Blutanhäufung, Stockung und vermehrten Blutzufuhr entgegenwirken. Venäsectionen haben diese Wirkung dadurch, daß sie den Abzug vermehren; sie äußern diesen örtlich antiphlogistischen Einfluß dann am meisten, wenn sie an den Venen gemacht werden, welche das Blut unmittelbar aus den entzündeten Theilen zurückführen. Ihre Wirkung in dieser Hinsicht ist aber offenbar im Verhältniß zur entzogenen Blutmenge eine viel geringere als die der örtlichen Blutentziehungen, von denen wenigstens Blutegel und Schröpfköpfe, wie wir gesehen haben, der vermehrten Anziehung des Parenchyms zum Blute direct entgegenwirken. Allgemeine Blutentziehungen wirken ferner auf örtliche Entzündungen auch dadurch, daß sie durch Verminderung der Blutmenge im Ganzen auch die Blutzufuhr nach dem entzündeten Theile einigermaßen verringern: aber diese Wirkungsweise ist natürlich im Vergleich mit ihren Nachtheilen eine höchst geringe und ihr praktischer Nutzen deßhalb fast = 0. Von der sogenannten revulsorischen Wirkung der Venäsectionen spreche ich hier nicht: sie scheint mir überhaupt noch zweifelhaft und ich sehe mich außer Stande, sie physiologisch zu erklären.

Aus diesen Betrachtungen folgt, daß die örtliche und physikalische Wirkung der Venäsectionen bei Entzündungen eine sehr untergeordnete ist und den örtlichen Blutentziehungen durchaus nachsteht. Auch ihre umstimmende Wirkung auf das Blut scheint kaum in Anschlag zu bringen. Es bleibt also nur die allgemeine auf Lebenskraft und Nervensystem übrig, und wir sind aus theoretischen Gründen ganz zu demselben wichtigen Resultate gelangt, welches Marshall Hall auf praktischem Wege gefunden hat: daß nur große, bis zur Ohnmacht verlängerte Blutentziehungen antiphlogistisch wirken, daß diese aber mit möglichster Vermeidung von Blutverschwendung, also aus weiter Oeffnung und bei aufrechter Stellung gemacht werden müssen, während kleine, nach längeren Zeiträumen wiederholte Blutentziehungen (wie sie der ärztliche Schlendrian noch so häufig macht), der Entzündung nicht nur keinen Abbruch thun, sondern auch durch Verringerung der Blutmasse geradezu schaden.

Es bleibt noch übrig, die arteriellen Blutentziehungen einer besondern Betrachtung zu unterwerfen. Sie wirken ebenso wie Venäsectionen durch Verminderung der Blutmasse überhaupt, — eine Wirkung, die aber nach dem Obigen als therapeutische Maßregel gar nicht in Betracht kommen kann —, unterscheiden sich aber von den Venäsectionen dadurch, daß sie nicht den Abfluß vermehren, sondern die Zufuhr ableiten; in dieser Hinsicht sind sie also jedenfalls den Venäsectionen vorzuziehen, da natürlich in einem Theile, dem die Blutzufuhr abgeschnitten ist, keine Stockungen eintreten können, und es offenbar viel besser ist, den Stockungen vorzubeugen, als bereits eingetretene zu zertheilen. Ein Abschneiden der Blutzufuhr läßt sich aber viel sicherer und dauernder als durch Arteriotomie und ohne Blutverschwendung dadurch erreichen, daß man die nach dem entzündeten Theile führenden Arterien verschließt, entweder für kurze Zeit, durch Compression, oder dauernd, durch Unterbindung derselben. Ein solches Verfahren ist aber in wichtigen Fällen und da, wo es sich anwenden läßt, z. B. bei Entzündungen des Gehirns und seiner Häute, aus theoretischen Gründen gewiß sehr zu empfehlen: daß dieser Vorschlag auch praktisch wichtig ist, beweisen mehre Fälle, wo er in neuester Zeit in Frankreich und England ausgeführt, bei entzündlichen Leiden des Gehirns, den erwünschtesten Erfolg hatte.

Bei den verschiedenen Ausgängen der Entzündung können allgemeine Blutentziehungen natürlich keinen directen Nutzen bringen; sie können hier nur dann indicirt sein, wenn es gilt, vorhandene Complicationen, wie noch fortdauernde acute Entzündung, welche den Uebergang in Resolution verhindert und eine Tendenz zur Eiterung herbeiführt, zu entfernen.

Wirkung der künstlichen Kälte und Wärme bei Entzündungen. Beide Mittel werden sehr häufig angewandt als kalte Ueberschläge, Eisumschläge, feuchte (Kataplasmen) und trockene Wärme: aber ihre Wirkungsweise physiologisch zu erklären, ist nicht leicht.

Kälte bewirkt, auf gesunde Theile örtlich einwirkend, anfangs die Erscheinungen des ersten Stadiums der Congestion: Verengerung der Capillargefäße, Beschleunigung des Kreislaufs in denselben und Verminderung der Quantität der Blutkörperchen, daher Bläße des Theils — später, bei länger dauernder Einwirkung der Kälte, erscheinen die Symptome des zweiten Congestionsstadiums: — Erweiterung der Capillaren mit Blutanhäufung und vermehrter Wärme.

Als Antiphlogisticum angewandt, wirkt örtliche Kälte offenbar hemmend auf die Erzeugung der Entzündungshitze ein, indem sie letztere sogleich absorbirt: ihre Wirkung ist eine wohlthätige für das Gemeingefühl, eine beruhigende für die örtlich afficirten Nerven; es ist möglich, ja wahrscheinlich, daß dadurch die Entzündungsursache, soweit sie in den peripherischen Nerven oder im Parenchym liegt, direct aufgehoben oder wenigstens vermindert wird. Hat die Entzündungsursache aber ihren Sitz in den Centraltheilen des Nervensystems, wie bei allen reflectirten Entzündungen, namentlich beim Rheumatismus, so vermag natürlich örtliche Application von Kälte auf den entzündeten Theil die Entzündungsursache nicht aufzuheben, daher sie bei rheumatischen Entzündungen sich viel weniger wirksam zeigt, als bei traumatischen. Eine zweite antiphlogistische Wirkung der Kälte beruht, wie erwähnt, darauf, daß sie die Haargefäße verengert, also dadurch der entzündlichen Congestion geradezu entgegenwirkt. Diese beiden Wirkungen machen die Kälte zu einem kräftigen Antiphlogisticum im Congestionsstadium. Es scheint, daß ihre lähmende Wirkung auf die Capillaren, welche bei längerer Einwirkung auf gesunde Theile nie ausbleibt, bei entzündeten Theilen nur in geringem Grade oder gar nicht eintritt. Eigentlich indicirt ist nach diesen ihren Eigenschaften die Kälte nur im Congestionsstadium. Auf die Weiterentwicklung des Exsudats hat sie einen hindernden, lähmenden Einfluß, indem sie, wie alle Temperaturerniedrigung, die Vegetationskraft und Entwicklung hindert. Da sie zugleich der eigentlichen Entzündung, wo diese noch fortbesteht, entgegenwirkt, und auf dieser, so wie auf der Tendenz zur schnellen Entwicklung, die Umwandlung des Exsudats in Eiter vorzugsweise beruht, so wirkt sie auch letzterer entgegen und begünstigt den Uebergang des Exsudats in Organisation.

Die Wärme hat eine der Kälte entgegengesetzte Wirkung: sie begünstigt von Anfang an örtliche Congestionen, vermehrt also die eigentliche Entzündung. Ebenso wirkt Wärme, namentlich feuchte Wärme, begünstigend auf die Vegetationskraft und die selbstständige Entwicklung des Exsudats; sie begünstigt den Uebergang desselben in Eiter, oder wie man sich wohl auch ausdrückt, die Schmelzung desselben, und wirkt dem Uebergang desselben in Organisation, der entzündlichen Induration und Hypertrophie, direct entgegen.

Aus diesen Betrachtungen gehen die Indicationen für die Anwendung der Kälte und Wärme in speciellen Fällen von selbst hervor.

Wirkungsweise innerer antiphlogistischer Heilmittel. — Wir rechnen hieher vorzüglich die seit langem als Antiphlogistica gerühmten Arzneien, namentlich die Mittelsalze, vor allem den Tartarus stibiatus und das Nitrum. Wenn es gegenwärtig auch noch zu früh sein dürfte, eine vollständige Theorie ihrer Wirkungsweise aufzustellen, so lassen sich wenigstens Andeutungen dazu geben. Der innerliche Gebrauch der Mittelsalze hat offenbar keinen directen örtlichen Einfluß auf den entzündeten Theil, ebenso sieht man nicht ein, wie sie die Entzündungsursache direct bekämpfen sollen. Ihr Einfluß scheint zunächst und vorzugsweise auf das Blut gerichtet und in einer Herabsetzung des vermehrten Faserstoffgehalts zu bestehen. Damit wird aber wahrscheinlich der im Blute liegende Theil der Entzündungsursache getilgt. Wir sehen auch, daß sie vorzugsweise bei solchen Entzündungen wirken, die auf einer allgemeinen entzündlichen Diathese beruhen: bei Rheumatismus acutus, Pleuritis u. s. w.

Dasselbe, was die genannten Mittel langsam und allmälich bewirken — Verminderung des Faserstoffs, durch eine allmäliche Umwandlung (?) dessel-

ben und Verhinderung seiner Bildung —, das scheint ein eingreifenderes Mittel, das Calomel, plötzlich zu bewirken, durch schnelle örtliche Ausscheidung desselben. Wird Calomel so gegeben, wie es im ersten Stadium drohender heftiger Entzündungen, vor eingetretener Exsudation, gegeben werden soll, in großen Dosen und kurzen Intervallen, zur größern Sicherheit der Wirkung mit Drasticis, z.B. Jalappa, verbunden, so sind die Calomelstühle nicht gelb und breiig, sondern braunroth, klumpig; sie enthalten extravasirtes Blut, reagiren stark alkalisch (vom ausgetretenen Blutwasser) und gelbliche oder weißliche Flocken (geronnenes Faserstoffexsudat) in großer Anzahl. Durch sie wird also eine Ausscheidung von Faserstoff im Bereiche des Darmkanals veranlaßt und dadurch die entzündliche Diathese des Bluts augenblicklich herabgestimmt. Ob hiebei auch der örtliche Reiz auf den Darmkanal durch eine Art Reflex der Entzündungsursache direct entgegenwirkt, wage ich nicht zu entscheiden: doch scheint mir diese Wirkung, wenn sie überhaupt zugegen ist, nicht die Hauptsache. Aus diesen Betrachtungen geht aber die Wichtigkeit des Calomels in dringenden Fällen, wenn es rechtzeitig und in gehörigen Dosen angewandt wird, — ebenso die Indicationen für seine Anwendung von selbst hervor.

Zum Schlusse noch ein paar Worte über die Wirkungsweise der sogenannten ableitenden Mittel, der Hautreize, Blasenpflaster ꝛc., bei Entzündungen. Sie können nicht örtlich gegen die entzündliche Congestion, die Stase oder Exsudation, nicht allgemein umändernd auf das Blut wirken: ihr Einfluß kann nur gegen die Entzündungsursache gerichtet sein, so weit sie von den peripherischen Nerven oder deren Centralsystem abhängt, — kurz er gehört in ein noch dunkles Gebiet, die Nervenpathologie.

Dies ist es, was wir glaubten, in einen Artikel aufnehmen zu müssen, dessen Zweck darin besteht, eine Reihe pathologischer Vorgänge vom physiologischem Standpunkt aus zu betrachten und so viel als möglich auf sichere, positive Grundlagen zurückzuführen. Die Feststellung der Basis, die Erforschung der einzelnen Vorgänge, ihre Unterscheidung und Verfolgung bis an die äußersten Grenzen der Wahrnehmung, die Sichtung und Feststellung der Begriffe — erschien als Hauptsache; Gewinnung einzelner glänzender Resultate und ihre Empfehlung für die ärztliche Praxis konnte uns hier nicht locken — sie kommt von selbst aus einer richtigen Grundansicht. Daher wurden weitere Folgerungen eher vermieden als gesucht, selbst da, wo sie sich von selbst darzubieten schienen; Andeutungen eher abgebrochen, als weiter verfolgt. Die Pathologie ist ein Gewebe, dessen Fäden sich in allen Richtungen durchkreuzen, in dem jeder einzelne an verschiedenen Stellen hundert andere berührt; physiolgische Forschungen in derselben müssen im Gegensatz zu rein praktischen, keinen augenblicklichen Gewinn zum Zweck haben, sie müssen von den ersten Anfängen, da, wo diese frei liegen und gesondert hervortreten, anfangen und unbekümmert um Verschlingungen und Berührungspunkte, die eingeschlagene Bahn strenge verfolgen. Alle Wege aber führen in der Mitte zusammen und damit erst zur Erkenntniß des Ganzen.

Die Literatur der Entzündung ist eine unendliche; ihre vollständige Benutzung kann nur verwirren, nicht nützen. Ich habe daher das Bekannte, oft Gesagte, als bekannt vorausgesetzt, und nur in speciellen Fällen, wo es galt, für nicht allgemein anerkannte Thatsachen Beweise beizubringen, auf fremde und eigene Erfahrungen verwiesen. J. Vogel.

Ernährung.

Der Name Ernährung (Nutritio) im weitern Sinne des Wortes umfaßt diejenige Reihe von Processen der organischen Oeconomie, durch welche die schon bestehenden Theile des Körpers in ihrer Integrität erhalten oder bei einer Ungleichheit zwischen den Einnahmen und den Ausgaben des Organismus vermehrt oder vermindert werden. Während nämlich die unorganischen Massen so lange träge und ruhig bleiben, als keine äußeren physikalischen und chemischen Thätigkeiten Veränderungen in ihnen hervorrufen, bedürfen die Organismen, welche sich mehr oder minder in fortwährender Energie ihrer Apparate befinden, zu ihrem Bestehen eines anhaltenden Wechsels der Materie. So viel ihnen durch ihre Kraftäußerungen, durch die Thätigkeit ihrer Maschine an Stoffen verbraucht wird, so viel mindestens muß ihnen, wenn sie keinen Schaden leiden sollen, von neuem ersetzt werden. Theils ihre zarte physikalische und chemische Zusammenfügung, vorzüglich aber ihre functionelle Kraftäußerung bewirkt es auf diese Weise, daß beständig einerseits Stoffe abgehen, während andere aufgenommen werden, und daß so der Organismus einer unaufhörlichen regulirten Metamorphose unterworfen ist. Schon die älteren Naturforscher, welche diese Wahrheit ahneten, nahmen daher an, daß der organische lebende Körper nach einiger Zeit, obgleich er äußerlich noch das frühere Ganze darstellt, aus individuell ganz anderen, wenn auch anatomisch und physiologisch gleichen Theilen und Stoffen, als früher bestehe. Bei einzelnen Gebilden läßt sich dieser Satz, wie wir sehen werden, auf anatomischem Wege mit Evidenz darthun; bei anderen dagegen ist er z. B. eine durchaus noch nicht streng bewiesene, obgleich in ihrer Wahrheit kaum zu bezweifelnde Hypothese.

Bleibt bei diesem Wechsel der Materie das Totalquantum des organischen Körpers oder eines bestimmten Theiles desselben innerhalb eines gewissen Zeitraums das gleiche, so nennt man den die Metamorphose unterhaltenden Proceß Ernährung im engern Sinne des Worts. Wird dagegen bei dieser Stoffveränderung das Volumen vergrößert oder das Gewicht vermehrt, so heißt man den dieser Umänderung zum Grunde liegenden Proceß Wachsthum — ein Ausdruck, welcher jedoch auch für morphologische Veränderung organischer Theile überhaupt gebraucht wird. Findet endlich eine Verringerung des Umfangs und, wie es auch oft der Fall ist, zugleich des Gewichts Statt, so spricht man von einem Abmagerungsproceß, welcher dieser Erscheinung zum Grunde liege.

Damit eine Ernährung möglich werde, muß einerseits Stoffaufnahme, anderseits Stoffausscheidung stattfinden. Beide Seiten des Nutritionsprocesses müssen in jedem organischen Körper mit um so größerer Intensität auftreten, je mehr die Energien der einzelnen Theile des Organismus in Thätigkeit gesetzt, zur Kraftäußerung angeregt werden. Halten wir uns aber an die bis jetzt beobachteten Thatsachen, so müssen wir behaupten, daß die Processe der Aufnahme neuer und der Ausscheidung verbrauchter Stoffe in beiden organi-

schen Reichen sehr wesentlich in ihren Einzelnheiten differiren. Da der Pflanze ein specielles Verdauungsorgan mangelt, so wird bei ihr ein großer Theil, ja oft das Totale ihrer äußern Oberfläche zur Aufnahme neuer Materie bestimmt. Die im Boden oder im Wasser befindliche Partie nimmt aus ihrer Umgebung, der Erde oder dem Wasser, Flüssigkeit und in dieser aufgelöste Stoffe auf, um sie in dem Innern des Pflanzenkörpers zu verbreiten. Die theils auf diesem Wege, theils durch die grünen freien Pflanzentheile absorbirte Kohlensäure wird unter dem Einflusse des Lichts von dem Gewächse zersetzt, damit es sich den Kohlenstoff aneignen und den Sauerstoff, so weit er nicht sonst verbraucht wird, abscheiden kann. Die meist an ihren Ort gebannte, mit keiner Bewegung, keiner Empfindung, keinem Sinne versehene Pflanze muß mehr Stoffe aufnehmen, weil sie nur die vom Zufall ihr dargebotenen Materien zu erhalten vermag und höchstens ihre Wurzeln dahin, wo reichlichere Nahrungsflüssigkeit ihr zuströmt, zu verlängern im Stande ist. Bei dem willkürlich beweglichen Thiere, welches mittelst seines Nervensystems und seiner Sinne den Speisen und Getränken nachgehen und dieselben auswählen kann, brauchte das Organ der Nahrungsaufnahme nicht ausschließlich an einen Theil der äußern Körperoberfläche gewiesen zu sein. Hier konnte eine innere Höhlung, ein Verdauungscanal, in welchen die Nahrung, wie in einen Behälter, zur Verarbeitung eingebracht würde, mit Nutzen existiren. Durch ihn vermochten die neuen Materien so weit vorbereitet zu werden, daß sie mit Leichtigkeit dann in den Körper übergehen oder assimilirt werden. Während auch unter den oben berührten Verhältnissen die Pflanze nur auf flüssige, seien es tropfbare oder gasförmige Nahrungsmittel, angewiesen sein mußte, konnte das Thier mit seinem innern Verdauungsschlauche feste und flüssige Materien zu seiner Bearbeitung aufnehmen. Dieser erweiterte Wirkungskreis führte aber dann die Nothwendigkeit, auch die festen Speisen zu dem Uebergange in den Organismus d. h. zur Verflüssigung vorzubereiten, mit sich. Die erste Vorbedingung einer raschen chemischen Lösung ist aber mechanische Verkleinerung. Daher auch Kauapparate aller Art den Thieren eben so nothwendig waren, als sie den Pflanzen überflüssig sein würden. Die zweite Forderung sind chemisch lösende Säfte. Daher diese als Speichel, Magensaft, Galle, Pankreassaft u. dgl. existiren. Wollen wir einen exacten, obgleich durchaus unnatürlichen Vergleich zwischen der Nahrungsaufnahme der Pflanzen und der der Thiere anstellen, so müssen wir behaupten, daß die der Vegetabilien schon von vorn herein da beginnt, wo im Thierreiche der zweite Act, nämlich die Aufnahme in Chylus und Lymphe eintritt, weil die Vegetabilien durch die Wurzeltheile nur tropfbar flüssige Körper, die animalischen Organismen in ihren Verdauungscanal auch feste Nahrungsmittel empfangen. Die Geschöpfe beider Reiche bedürfen zwar auch gasförmiger Stoffe zu ihrer Existenz. Die sogenannte Athmung der Pflanzen ist diesen eben so unerläßlich, als die Respiration den Thieren. Allein wie verschieden sind beide mit den gleichen Benennungen belegte Processe? Schon den Stoffen und zeitlichen Verhältnissen nach zeigt sich die Differenz, daß, während die höheren Gewächse bei Tag und im Lichte Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoff nebst Wasserdunst ausscheiden, bei Nacht und im Dunkeln dagegen Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure frei werden lassen, die Thiere zu allen Zeiten und unter allen Verhältnissen Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure und Wasser aussondern. So viel wir bis jetzt wissen, scheint die Pflanze diese Kohlensäure vorzugsweise ihres Kohlenstoffs wegen zu gebrauchen, während das Thier, wie wir weiter unten sehen werden, seinen Kohlenstoff aus einer ganz andern Quelle schöpft, einen großen Theil desselben vielmehr gerade durch die Respiration

als Kohlensäure fortsendet; dafür aber des Sauerstoffs zu später zu erläuternden, unerläßlichen Zwecken bedarf. Bei den Vegetabilien bildet wahrscheinlich die sogenannte Respiration nur einen Theil ihrer Verdauungsfähigkeit. Setzen wir eine Pflanze perpetuell ins Dunkle, so daß die anhaltende Kohlensäurezersetzung aufhört, so geht sie nicht plötzlich, sondern nach und nach zu Grunde. Sie verhungert gleichsam, weil ihr ein wesentliches Element ihrer nothwendigen Speise geraubt ist. Bei den Thieren zeigt sich dagegen die Athmung in einer ganz andern Bedeutung. Wie wir weiter unten sehen werden, erhalten wenigstens die höheren Thiere und wahrscheinlich alle animalische Geschöpfe durch ihren Darm zu viele Nahrungsstoffe. Durch die in Folge der Thätigkeit der Energieen der einzelnen Organe stattfindende Umsetzung ihrer selbst kommen neue Materien hinzu. Die Sauerstoffaufnahme durch die Lungen wird schon hierdurch nothwendig, weil nur so eine große Menge von Materien als Kohlensäure und Wasser durch die Lungen (und die Hautausdünstung) entfernt werden können. Die sogenannte Respiration der Pflanzen tritt daher ihrer wesentlichen Bedeutung nach in die Proceßreihe der Stoffaufnahme, die der Thiere in die der Stoffausscheidung. Der Beweis des letztern Ausspruchs wird sich noch im Laufe dieses Artikels ergeben.

Die Ausscheidungen können in beiden organischen Reichen unter allen drei Cohäsionsformen auftreten, obwohl bei Pflanzen wie bei Thieren die tropfbar und die gasförmig flüssigen Se- und Excretionen die bei weitem häufigeren sind. Allein auch hier stoßen wir, sobald wir irgend ins Specielle eintreten, nur auf Differenzen. Nach dem Wenigen, was bis jetzt auf diesem dunkeln Gebiete bekannt ist, finden die meisten, reichlichsten und wichtigsten, größtentheils gasförmigen Ausscheidungen der Gewächse auf einfacheren freien Oberflächen Statt. Wir sehen höchstens einfache Gruben, deren Rolle wir selbst noch nicht genau kennen. Auch die inneren Höhlen, welche Ausscheidungsproducte aufnehmen, sind durchaus einfacherer Art. Was man Drüsen der Vegetabilien nennt, sind eigenthümliche, mehr oder minder dicht gehäufte Zellengruppen, in und an welchen Secretionen zu Stande kommen. Von einem drüsigten Höhlenbaue, wie wir ihn in der ganzen Thierwelt sehen, existirt keine Spur. Bei den animalischen Organismen haben wir zwar auch einfache Abdunstungsflächen (S. d. Art. Absonderung). Neben ihnen erscheint aber allgemein das weit verbreitete Höhlungssystem der Drüsen, durch welches, da zu ihnen die einzelnen glandulösen Theile und Nebenapparate des Verdauungscanals, die Drüsen der übrigen Schleimhäute, die der äußern Haut, die Lungen, die Nieren, die Hoden u. dgl. gehören, sogar der bei weitem größte Theil der Excretionsstoffe hervorgebracht wird.

Auch in Betreff der den Se- und Excretionen zum Grunde liegenden Processe stoßen wir bei Pflanzen und Thieren nur auf Unterschiede. Den Pflanzen kommt in dem Sinne, in welchem wir das Wort in der Thierphysiologie nehmen, ein Kreislauf nicht zu. Die Zellensaftrotation ist auf jede Zelle beschränkt und in dieser selbstständig. Von einem die ganze Pflanze durchdringenden Saftkreislauf kann hier nicht die Rede sein. In welchen Verhältnissen diese Rotation zu den Fortbewegungen der allgemeinen Säfte, den Ab- und Aussonderungen stehe, ist uns noch gänzlich unbekannt. Die Bewegung des Later, dessen Behälter noch keineswegs genügend erforscht sind, ist noch so unbestimmt erläutert, daß wir uns keinen deutlichen Begriff von der durch dieses Phänomen hervorgerufenen Ernährungserscheinung bilden können. Von dem sogenannten Aufsteigen der rohen Säfte wissen wir noch weniger. Bei aller dieser Ignoranz ist uns aber wenigstens so viel bekannt, daß ein continuirliches,

von einem oder mehren Centralherzen geleitetes Gefäßsyſtem mit elaſtiſchen und dehnbaren Wandungen, wie es bei dem Menſchen und den Thieren vorkommt, bei den Vegetabilien nicht exiſtirt. Auch die Flimmerbewegung, welche ausnahmsweiſe, wie z. B. bei Diplozoon den Mangel eines Herzens zu erſetzen ſcheint, fehlt den Pflanzen. Bei dieſer Heterogeneität der Kreislaufsproceſſe muß aber auch die Erzeugung der die Organe und Organtheile durchtränkenden Ernährungsflüſſigkeit eine ſehr verſchiedene ſein. Nach dem Wenigen, was uns die Pflanzenphyſiologie überhaupt und in dieſem Punkte insbeſondere lehrt, erfolgt wahrſcheinlich in den Gewächſen ein Durchſchwitzen von Zelle zu Zelle, von Schlauch zu Schlauch, während bei den Thieren das Blut und bei den mit Tracheen verſehenen Geſchöpfen Blut und eingeathmete Luft zu allen Theilen der Organe hingeleitet werden, um dann durch die Gefäßwandungen hindurchzuſchwitzen. Beſteht aber dieſer Unterſchied durchgreifend, ſo folgt daraus, daß die Ernährungsflüſſigkeit der Pflanzen unvollſtändiger ſein und an vielen Stellen des Vegetabils ſelbſt möglicherweiſe mangeln, daß ſie in den einzelnen Stellen deſſelben heterogener als bei den Thieren ſein muß.

Auf den erſten Blick könnte es ſcheinen, als ſtänden dieſe über die völlige Verſchiedenheit der Functionen der Pflanzen und der Thiere geäußerten Anſichten [1]) mit den durch die Studien der neuern Zeit klar gewordenenen Analogien zwiſchen den Gewebtheilen der beiden organiſchen Reiche in Widerſpruch. Dieſes iſt jedoch keineswegs der Fall. Die Aehnlichkeit der Gewebe, welche ſich viel beſchränkter im erwachſenen Zuſtande zeigt, dagegen deutlicher bei den embryonalen Formen auftritt, rührt wahrſcheinlicherweiſe daher, daß die Zellen- und Kernbildung die nothwendigen Grundformen aller organiſchen, wie die Kryſtall- und die Körnergeſtalten der meiſten unorganiſchen Körper ſind, daß aber die Pſtanzenwelt ſowohl, als die Thierwelt mit differenten Formen und Stoffen dieſer Grundgebilde verſchiedene Erzeugniſſe hervorruft und ganz verſchiedene Thätigkeiten bedingt und vorausſetzt.

Indem wir in Betreff der Ernährungsverhältniſſe der Pflanzen auf den Art. Pflanzenphyſiologie verweiſen, müſſen wir die Nutritionserſcheinungen der Thiere hier ſpeciell betrachten. Der Natur der Sache nach zerfällt aber dieſe Unterſuchung in einen anatomiſch-phyſiologiſchen und einen chemiſchen Theil. Der erſtere behandelt die mit freiem oder bewaffnetem Auge wahrnehmbaren Verhältniſſe, welche mit den Ernährungserſcheinungen in Verbindung ſtehen; der letztere die Stoffveränderungen, welche in Folge des Nutritionsproceſſes auftreten. In dieſer Beziehung kommt dann einerſeits das Quantitative und anderſeits das Qualitative in Erwägung.

1) Geſtaltverhältniſſe der Ernährungserſcheinungen. — Nach den beſtehenden Anſichten betrachtet man das Blut als den allgemeinen Mittelpunkt aller Ernährungserſcheinungen, von dem alle neuen Stoffe ausgehen und in welches wenigſtens ein großer Theil der verbrauchten Materien mittelbar oder unmittelbar wieder zurückkehrt. Dieſe gewiß in jeder Beziehung ſehr wichtige Flüſſigkeit, welche nach Berechnungen, die auf Experimente geſtützt ſind, bei dem Menſchen und den Hausſäugethieren im Mittel ungefähr 0,15 bis 0,22 des geſammten Körpergewichts ausmacht, kann auf ſehr verſchiedenen Wegen neue zur Ernährung zu verbrauchende Stoffe in ſich aufneh-

[1]) Da bei den Pflanzen von Nervenſyſtem, Sinnen, Muskelbewegung nicht die Rede ſein kann und auch die Geſchlechtsverhältniſſe beider Reiche differiren, ſo läßt ſich der obige Satz auf alle Thätigkeiten ausdehnen.

men. 1. Aus den entweder von vorn herein tropfbar flüssigen oder im Magen und Darm durch den Verdauungsact aufgelöſten Nahrungsmitteln erhält das Blut die größte Menge neuer Verbindungen entweder unmittelbar oder durch Vermittelung des Chylus. 2. Aus der eingeathmeten Luft entnimmt es unmittelbar Sauerstoff. 3. Durch die ſogenannte Einſaugung der äußeren und der inneren Hautoberflächen vermag es gasförmige und tropfbare Flüſſigkeiten und aufgelöſte Stoffe überhaupt zu empfangen. Endlich können 4. ſchon organiſirte oder auch abgelagerte unorganiſirte, noch dienſtbare oder verbrauchte, geſunde oder krankhaft erzeugte Beſtandtheile des Körpers ſelbſt in das Blut entweder unmittelbar oder, wie man glaubt, durch Vermittelung der Lymphe zurückkehren. Während die durch den Athmungsproceß bedingte Sauerſtoffaufnahme eine Nothwendigkeit iſt und ohne ſie das Leben, wenigſtens der höheren Thiere und des Menſchen, bald ſeine Thätigkeiten einſtellt, können die anderen Quellen der Stoffaufnahme mehr oder minder verſiegen, ohne daß die Functionen des Körpers vollkommen ſtille ſtehen. Werden keine Nahrungsmittel verabreicht, findet keine bedeutendere Einſaugung wichtigerer Stoffe von Außen Statt, ſo zehrt der Organismus als Surrogat von ſeinem eigenen Körper. Auf welche Art dieſes letztere geſchehe, werden wir in dem chemiſchen Theile dieſes Artikels zu erörtern ſuchen.

Indem nun aber ſo die mit neuen Stoffen immer mehr geſchwängerte Blutmaſſe in den für ſie beſtimmten Gefäßen kreiſet, ſcheidet ſie zunächſt die die Organe durchtränkende Ernährungsflüſſigkeit aus. Wir haben ſchon in dem Art. Abſonderung die Gründe angegeben, weßhalb wahrſcheinlich dieſer Ausſcheidungsproceß vorzüglich in dem arteriellen Theile der feinſten Blutgefäßnetze vor ſich geht, obgleich natürlicherweiſe nach phyſikaliſchen Geſetzen ein gewiſſer Grad von Tranſſudation durch die Häute aller Blutgefäße ſtattfinden muß. Dieſe Ausſtrömung kann aber nur aus der Blutflüſſigkeit erfolgen, da in keiner Wandung eines Blutgefäßes ſo große Poren exiſtiren, daß ſelbſt die kleinſten ſogenannten Lymphkörnchen des Bluts, geſchweige denn die Blutkörperchen ſelbſt, hindurchdringen könnten. Die durch phyſikaliſche Geſetze vermöge der Feinheit der Capillaren erzeugte ſogenannte unbewegliche, oder richtiger träge Schicht, bewirkt es, daß in der Peripherie eines jeden feinſten Blutgefäßes immer Liquor sanguinis in Bereitſchaft iſt und daß ſo der fortwährenden endosmotiſchen und exosmotiſchen Thätigkeit kein Hinderniß im Wege ſteht. In welchem Grade dieſe ſtattfinde, hängt einerſeits von der Menge und der Beſchaffenheit des Bluts, von dem Drucke, unter welchem dieſes ſtrömt, anderſeits von der Quantität und der Qualität der ſchon vorhandenen Ernährungsflüſſigkeit ab. Bei größerer Blutfülle und ſtärkerm Druck wird im Allgemeinen wahrſcheinlich eine ſtärkere Strömung exiſtiren. Je heterogener die ſchon vorhandene Ernährungsflüſſigkeit und der Liquor sanguinis ſind, um ſo intenſiver wird ſich auch der endosmotiſche und exosmotiſche Proceß einfinden.

Die ausgetretene Ernährungsflüſſigkeit durchtränkt die Organe, auf welche ſie ſtößt. Wie ſie ſich aber ferner verändere, iſt kein Gegenſtand vollkommen beweiſender beobachteter Thatſachen. Aus einzelnen empiriſchen Phänomenen müſſen hier theoretiſche Vorſtellungen, die, wie wir mit Beſtimmtheit behaupten können, unvollſtändig und, wie ſich mit Recht vermuthen läßt, zum Theil unrichtig oder wenigſtens nicht ganz adäquat ſind, aufgeſtellt werden. Auch zwingt uns der Mangel an objectiver und wahrer Erkenntniß zu ſehr bei allgemeinen Redensarten und Begriffen — dem beſten Beweiſe der Unwiſſenheit — ſtehen zu bleiben. Sobald die Ernährungsflüſſigkeit aus den oben angegebenen Theilen der Capillaren herausgetreten, ſtößt ſie auf das ihr verwandte, die

Organe mehr oder minder durchtränkende Fluidum und ergänzt daſſelbe zum Theil zu ſeiner frühern Beſchaffenheit, d. h. verleiht ihm wiederum diejenigen Stoffe und diejenigen Mengen derſelben, welche es durch die Metamorphoſe der einzelnen Gewebtheile verloren hat. Der wahre Ernährungsact ſelbſt beſteht aber nicht in den einfachen Niederſchlägen, welche ſich etwa aus dem Nutritionsfluidum bilden, ſondern in den fortwährenden Wachsthumsveränderungen, welche die einzelnen hiſtiologiſchen Elemente des Körpers erleiden. Bei manchen Geweben, vor Allem bei ſolchen, welche ihre Zellenform bleibend beibehalten, ſind dieſe unaufhörlichen Metamorphoſen leicht und beſtimmt zu verfolgen. In der Oberhaut des Menſchen z. B. finden wir ganz an der äußern Oberfläche platte, vollkommen verhornte, nicht ſelten kernloſe Epithelialblättchen. Je tiefer wir in die Epidermis eindringen, um ſo weniger verhornt, um ſo jünger werden die Zellen, um ſo mehr tritt im Allgemeinen der Kern hervor. Der ſogenannte Malpighi'ſche Schleim endlich beſteht aus den jüngſten Zellenbildungen. Da nun fortwährend die oberflächlichen Epithelialblättchen der Oberhaut durch Reibung, Waſchen u. dgl. losgeſtoßen und entfernt werden, und die eben angeführte Aufeinanderfolge der Entwickelungsſtufen nie mangelt, ſo ſchließen wir mit Recht, daß hier ein unaufhörlicher Umänderungsproceß, durch welchen die Oberhaut binnen gar nicht langer Zeit eine ganz andere wird, vor ſich gehe. Vollkommen das Gleiche ſehen wir bei den Pflaſterepithelien, vorzüglich der Mundhöhle. Nächſt ihnen ſcheinen die Cylinderepithelien denſelben Proceß, obgleich in geringerm Grade zu theilen; wenigſtens finden wir in dem Darme weit ſeltener losgeſtoßene Cylinder, während wir keinen Tropfen Mundſpeichel unterſuchen können, ohne zahlreichen abgeſchilferten Epithelialblättchen zu begegnen. Bei den Flimmercylindern dürfte dieſer fortwährende Abſtoßungsproceß noch beſchränkter ſein. Uebrigens iſt es faſt unglaublich, wie ſchnell die an der Oberfläche befindlichen Zellen ihre beſtimmten Geſtalten annehmen, wenn die älteren entfernt ſind. Jedoch ſcheint es von Zeit und Verhältniſſen abzuhängen, ob daſſelbe oder ein heterogenes Epithelium nachfolgt. Vorzugsweiſe ſehen wir nicht ſelten ſtatt eines Flimmerepithelium z. B. in der Schleimhaut der Gebärmutter und der der Tuben ein Pflaſterepithelium auftreten. Bei den anderen hornigen Gebilden findet derſelbe unaufhörliche Umwandlungsproceß Statt, wie die Verhältniſſe der Haare, der Nägel, der Hufe u. dgl. lehren. Hier läßt ſich mit Beſtimmtheit der ſchon erwähnte, jedoch mehr als ſubjective Anſicht und zum Theil als Staunen erregendes Factum von den Alten ausgeſprochene Satz behaupten, daß nach Verfluß von nicht ſehr langer Zeit die Theile des ſcheinbar gleichen Menſchen oder Thiers morphologiſch und ihren individuellen Stoffen nach ganz andere ſind, als ſie früher waren.

Es läßt ſich mit Recht vermuthen, daß dieſer bei den Schichtgebilden vorhandene unaufhörliche Umwandlungsproceß allgemeiner ſein dürfte und daß er nur bei den anderen Geweben ihrer Natur und vorzüglich ihrer Localität entſprechende Abweichungen darbieten werde. Die Epidermis, die Epithelien, die Haare, die Nägel, überhaupt alle hornigen Gebilde haben den Vortheil, daß ſie freie innere oder äußere Oberflächen beſitzen. Ihre älteſten Gebilde können daher unmittelbar abgeworfen werden. Findet bei den mehr innerlich gelagerten Geweben, wie dem Zellgewebe, den verſchiedenartigen anderen einfachen cylindriſchen Faſern, den Muskel- und Sehnenfaſern, dem elaſtiſchen Gewebe, dem Nervengewebe, den Knorpeln, den Knochen u. dgl. ein ähnlicher fortwährender Regenerationsproceß Statt, ſo wäre etwas der Art unmöglich. Würden die alten Theile in der Peripherie nur abgelagert, ſo müßte der Körper, wie wir weiter unten ſehen werden, binnen ſehr kurzer Zeit zu einem ſehr bedeutenden,

unförmlichen Volumen anschwellen. Sollen sie aber fortgeschafft werden, so besteht die einzige Möglichkeit, dieses zu bewerkstelligen, darin, daß sie aufgelöst werden und daß ihre Solution zunächst der Ernährungsflüssigkeit oder vielleicht der Lymphe und mittelbar dem Blute beigemischt und von diesem durch den Athmungsproceß und die Hautausdünstung (und vielleicht andere Ercrete) abgeschieden wird. Wir werden in der Folge sehen, daß nur unter dieser Voraussetznng, welche aus einer unbefangenen Betrachtung der morphologischen Verhältnisse folgt, die quantitativ chemischen Momente der Ernährung begreiflich sind. Kann daher auch diese Hypothese z. B. nicht definitiv bewiesen werden, so wird sie wenigstens um so wahrscheinlicher, je mehr sie Anatomie, Chemie und Physiologie unterstützen.

An den meisten faserigen Geweben zeigt sich eine Erscheinung, welche vielleicht mit diesen fortwährenden Umänderungen derselben in Beziehung steht. Die Muskelfasern, die Nervenfasern, die Zellgewebebündel haben auf sich spindelförmige, oft fadig verbundene Körperchen, welche man mit dem Namen der fadig aufgereihten Epithelien, der Kernfasern bezeichnet, und welche an gewisse Zellenfasern des Embryo mehr oder minder erinnern. Man könnte sich nun vorstellen, daß dieses die neugebildeten Theile, welche sich später in cylindrische Fäden umwandeln, seien. Einen Haupteinwand gegen eine solche Vermuthung bildet der Umstand, daß sich dann z. B. die Muskelfäden des Erwachsenen etwas anders, als die des Embryo erzeugen müßten (s. d. Art. Gewebe). Allein dagegen kann wenigstens so viel erwidert werden, daß unzweifelhaft die durch Ernährungsmetamorphosen sich bildenden neuen Muskelfäden nicht genau so wie bei der Embryonalbildung, d. h. an den Seitenwandungen der verschmolzenen primitiven Zellen, erscheinen. Wie die Sachen gegenwärtig stehen, läßt sich die ausgesprochene Idee mehr als eine vielleicht unrichtige dunkele Ahnung, denn als eine sichere Thatsache betrachten. Eben so problematisch ist es, ob die Zellen, welche z. B. nach Außen von den faserigen Scheiden der peripherischen Nervenkörper liegen, ebenfalls durch die Ernährungsverhältnisse stets neu sich ablagernde Gebilde sind. Bei den Nervenkörpern selbst dürfte vielleicht der körnige Inhalt der Umschließungszelle noch die meiste Veranlassung zu morphologischen Ernährungsumänderungen geben. Bei der Krystalllinse sind wahrscheinlich die hellen Zellen der sogenannten Morgagni'schen Feuchtigkeit die jüngsten Producte der Ernährung. In Betreff der Knochen wurden seit Duhamel die mit Färberöthefütterung angestellten Versuche als Beweise für die fortwährende Umänderung dieser Gebilde häufig angesehen. Bekanntlich werden nach der genannten Nahrungsweise die Knochen roth. Die erste Färbung zeigt sich in der äußersten, unmittelbar unter der Beinhaut befindlichen Lage des Knochens. Wird die Fütterung fortgesetzt, so dringt die Farbenveränderung immer tiefer ein, bis sie endlich zur Marksubstanz gelangt und bis so die Gesammtmasse des Knochens roth erscheint. Aus diesen Thatsachen läßt sich noch kein Schluß entnehmen. Denn sie könnten auch dahin gedeutet werden, daß die Farbemasse, welche im Blute aufgelöst herbeigeführt wird, auch von dem blutgefäßreichen Periost zunächst in den Knochen dringt, obgleich es dann schon auffallend wäre, weßhalb nicht auch die Marksubstanz, welche im Allgemeinen mit noch mehr Blutgefäßen in naher Verbindung steht, gleich zuerst gefärbt werde. Unterbricht man die Fütterung mit Färberöthe, so wird die gefärbte Schicht nicht direct resorbirt, sondern rückt, wie schon Duhamel gefunden und noch in neuester Zeit Flourens bestätigt hat, immer weiter nach Innen, der Marksubstanz immer näher, bis sie endlich diese erreicht und hier dann

aufgesogen wird. Durch abwechselndes Darreichen von Färberöthe und anderer Nahrung kann man so z. B. bei jungen Schweinen eine vollkommene Abwechselung von rothen und weißgelben Schichten, vorzüglich in der dichten Substanz der Röhrenknochen erzielen. Es wird daher hieraus geschlossen, daß sich fortwährend durch die Thätigkeit der Blutgefäße der Beinhaut, welche das materielle Substrat liefern, eine peripherische äußere Schicht ablagert, während durch die Action der Gefäße der Markmembran eine alte Schicht resorbirt wird. Das Verhalten der Ablagerung (nicht aber der Wiedereinsaugung) müßte dann ganz ähnlich, nur umgekehrt, wie bei den hornigen Schichtgebilden sein. Es entstände eine jüngste peripherische Lage, welche die schon vorhandenen Lagen nach innen triebe, während die älteste centrale der Resorption verfiele. Bei den Zähnen, wo sich nur die aus Knochenmasse bestehenden Theile, die ächte Zahnsubstanz und das Cäment, nicht aber der Schmelz röthen, findet nach den Beobachtungen von Flourens das umgekehrte Verhalten Statt. Hier ist die innerste Schicht die jüngste, die äußere die älteste. Hier würde dann die Ablagerung der erstern wegen der Existenz der in dem benachbarten Zahnsäckchen verlaufenden Blutgefäßnetze leicht begreiflich sein. Die Zähne würden sich dann in ihren Ernährungsphänomenen den geschichteten Horngebilden, was sie so oft sind, noch mehr parallel stellen.

Endlich haben noch manche Autoren, z. B. Schultz und Henle, in den Blutkörperchen selbst morphologische Merkmale fortwährender Umänderung wahrnehmen wollen. Wenn auch die in dieser Beziehung geäußerten Vorstellungen zum Theil nicht definitiv bewiesen waren, so hat doch die Grundidee, daß die Blutkörperchen, indem sie im Körper herumgetrieben werden, allmälig altern und schwinden, während neue gebildet werden, ihre Wahrheit. Hierfür sprechen schon die sicher nicht zufälligen Differenzen, welche wir in Betreff der Form, der Größe, der Kern- und der Schaalenformation bei Einzelnen wahrnehmen. Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, daß die sogenannten Lymphkörperchen die Keime der Blutkörperchen sind, während die veralteten Blutkörperchen ihren Kern immer mehr zurücktreten lassen. Daher auch nach reichlichen Blutverlusten diese Lymphkörperchen nach den Erfahrungen von Remak im Blute, dessen Gerinnbarkeit zunimmt, immer häufiger werden. Ob die von mir im kranken Blute z. B. von Pneumonischen beobachteten, sehr hellen Zellen, welche die Blutkörperchen umgeben, hierher gehören oder nicht, ist noch unbekannt.

Da die Matrix aller genannten Ernährungsbildungen, das Nutritionsfluidum, aus dem Blute stammt, so wird es auch in der Nähe der Capillaren am reinsten sein und am Kräftigsten wirken. Dieses bestätigt sich vollkommen. Die jüngsten Schichten der sich lagenweise bildenden Theile finden sich immer in der Nähe entsprechender Capillaren. So liegt der Malpighische Schleim der Oberhaut dicht an den die Capillaren führenden Hautwärzchen. Aus gleichem Grunde ist Aehnliches mit der Matrix des Nagels, der Zwiebel des Haars, dem fleischigen Theile des Hufs u. dgl. der Fall. Auch bei allen Epithelien ohne Ausnahme findet sich beständig die jüngste Schichte am tiefsten, d. h. den in den Faserlagen der Schleimhaut verlaufenden Blutgefäßen am nächsten. Nach demselben Princip sehen wir den Humor Morgagnii unmittelbar unter der Linsenkapsel, die Formationen der fadig aufgereihten Epithelien immer nach Außen, die jüngsten Zahnlagen beständig nach Innen. Nur bei den Knochen bleibt es, wenn die oben angeführten Erfahrungen über Färberöthefütterung eben so richtig, als beweisend sein sollen, räthselhaft, weßhalb nur die der Beinhaut nahe liegenden Schichten die jüngsten sein sollten, während die

Blutgefäße der Markſubſtanz keine neue Productionen hervorbrächten. Aus Erfahrungen, welche wir in dem Art. Gewebe kennen lernen werden, iſt es mir auch nicht unwahrſcheinlich, daß ſelbſt in der Markſubſtanz an den einzelnen Bälkchen derſelben neue Maſſe abgelagert wird. Bei jungen, noch in der Bildung begriffenen Knochen iſt dieſe Sache definitiv beweisbar.

Den Proceß der Ausſcheidung aus dem Nutritionsfluidum können wir uns aber folgendermaßen denken. Zuerſt gehen von den neuen herbeigeführten Stoffen die Anlagen der jüngſten Stadien der permanenten Gewebeentwickelung aus. Der Ueberſchuß ſowohl als die ſchon gebildeten jüngſten Theile werden dann verwendet, um die älteren Entwickelungsſtadien zu erzeugen. Sie, ſowohl als die älteſten, entſtehen theils auf dieſem Wege, theils durch Verdunſtung und Fortführung von Waſſer und aufgelöſten Stoffen. Wie dieſes im Einzelnen geſchehe, darüber liefern uns Chemie und Anatomie kaum einige Andeutungen. Bei den Epithelien und wahrſcheinlich allen hornigen Schichtbildungen gehen offenbar Waſſerelemente und vielleicht organiſche flüchtige Stoffe verloren. Denn die freilich mit den Niederſchlägen des Schweißes verbundene Hautabſchuppung zeichnet ſich, wie wir ſpäter ſehen werden, dnrch einen geringen Gehalt an freiem Waſſer und eine ſehr bedeutende Menge fixer Aſchenbeſtandtheile aus. Man braucht auch nur den Verhornungsproceß der Epidermidalzellen unter dem Mikroſkope zu verfolgen, um dieſe Anſicht ſehr wahrſcheinlich zu finden. In geringerm Grade tritt vermuthlich etwas Aehnliches bei den inneren Epithelien ein. Bei den Knochen geht wahrſcheinlich der Proceß in etwas verſchiedener Weiſe vor ſich. Bei den jüngeren Knochen wird offenbar durch das Durchtränken mit Ernährungsflüſſigkeit mehr abgelagert als fortgeführt. Wir ſehen daher die ſchwammige Knochenſubſtanz der Rinde zur feſten Rindenſubſtanz werden. Wenn auf dieſe Weiſe im Laufe des Wachsthums nicht die geſammte Markhöhle obliterirt, ſo hat dieſes wahrſcheinlich darin ſeinen Grund, daß in der Markſubſtanz eine ſtarke Reſorption ausgleichend wirkt. Findet dieſes in geringerm Grade Statt, ſo erhalten wir allerdings ſehr compacte, mit wenig Mark verſehene Knochen. Das Ideal dieſer krankhaften Ernährung bilden dann jene ungeheueren Vermehrungen ſolider Knochenſubſtanz, wie ſie zuerſt an dem bekannten Darmſtädter Schädel die allgemeine Aufmerkſamkeit auf ſich gezogen haben. Bei den mit quergeſtreiften Faſern verſehenen Muskeln läßt ſich vielleicht annehmen, daß die erſten Fibrillen, welche durch den Ernährungsact erzeugt werden, diejenigen ſind, welche am meiſten nach der Peripherie liegen, während ſich die älteſten in Auflöſung begriffenen der Centralhöhle des Muskelfaſerrohrs zunächſt befinden. Denn die die Höhlung des Centralrohrs ausfüllende helle durchſichtige Maſſe könnte vielleicht als die ältere aufgelöſte, in Reſorption begriffene Subſtanz der Muskelfaſer betrachtet werden. Dafür, daß die peripheriſchen Muskelfäden die älteſten ſind, ſcheint auch der Umſtand zu ſprechen, daß ſie wahrſcheinlich die größte Zuſammenziehungskraft beſitzen. Denn das Umſtülpen der Ränder durchſchnittener lebender oder noch reizbarer Muskeln ſcheint mir nur dadurch erklärlich, daß man eben den äußerſten Fibrillen eine größere Contractionsenergie als den mittleren, dieſen eine größere als den inneren zuſchreibt. Wie bei den anderen Geweben dieſe Reſtitutionsbildung vor ſich gehe, bleibt vorläufig dahingeſtellt.

Wir haben oben bemerkt, daß die Subſtanzen jüngerer Entwickelungsſtadien nicht ſelten dazu verwendet werden, um ältere Ausbildungsſtufen herzuſtellen. Belege hierfür zeigen ſich häufig. Zuvörderſt gehören hierher die verſchiedenen Niederſchläge, welche aus dem Zellenſaft entſtehen und entweder als feſte Körper des Zelleninhalts oder als Ablagerungen an der Innenfläche der

Zellenwandungen erscheinen, wie die Verholzungsbildungen im Pflanzenreiche, die körnigen Niederschläge an den Innenwänden der Oberhautzellen vieler Pflanzen, die körnigen Depositа an den verschiedenen thierischen Epithelialzellen u. dgl. beweisen. Der Nucleus selbst dient vielleicht bisweilen mit einem Theil seiner Substanz als Nahrungsmaterial für fernere Bildungen. Wie er in Folge der Verholzungsformationen im Pflanzenreiche oft durchsichtiger wird und nicht selten gänzlich schwindet, so finden wir ihn in jüngeren Epithelialcylindern, vorzüglich denen der Flimmerepithelien, körnig, in älteren hell und durchsichtig. Es ließe sich nun annehmen, daß diese Substanzveränderungen bloße Folgen der die Ernährungsverhältnisse und der sie begleitenden Resorptionserscheinungen seien, ohne daß die aufgelöst'en Substanzen des Kerns dem Cylinder selbst zu gute kämen. Hiergegen spricht jedoch, daß die Auflösung fast immer nur so weit geht, daß der Kern milchglasartig durchsichtig wird, nicht aber gänzlich schwindet. Die embryonalen Entwickelungsstadien der Nervenfasern, der quergestreiften Muskelfasern, aller Gewebe, welche Stadien der Zellenfaserbildung durchlaufen, geben mehr oder minder zu ähnlichen Schlußfolgerungen Veranlassung. (S. d. Art. Gewebe.)

Die Umbildung und Ausscheidung der verbrauchten Stoffe ist noch viel dunkler als es die bisher betrachteten Processe der Neubildung sind, ein Verhältniß, welches, wie wir sehen werden, auch bei den quantitativen und qualitativ chemischen Ernährungsmomenten wiederkehrt. Wir können mit dem freien oder dem bewaffneten Auge nur diejenigen verbrauchten und zu entfernenden Theile, welche nicht im aufgelöst'en Zustande davon gehen, wahrnehmen. Hierher gehören also die schon oben erwähnten Abschuppungen, welche an den äußeren und inneren Körperoberflächen erfolgen. Dagegen vermag die Anatomie von keinem innern Gewebtheile mit Sicherheit nachzuweisen, daß er, in Verflüssigung begriffen, dazu bestimmt sei, als verbraucht wieder ausgeschieden zu werden. Oft stellen sich z. Z. noch durchaus unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Wir sehen z. B. in der Krystalllinse die jüngsten Zellenbildungen in der sogenannten Morgagni'schen Feuchtigkeit. Die einzelnen, concentrisch schaaligen, aus Linsenfasern bestehenden Schichten werden um so dichter, um so wasserarmer, je mehr sie sich dem Centrum der Linse nähern. Hieraus entnehmen wir, daß wahrscheinlich das centrale Kernstück das ausgebildetste, älteste sei. Wäre dieses der Fall und fände eine fortwährende Erneuerung der Linsensubstanz Statt, so müßte hier die Auflösung erfolgen. Da jedoch in der Linse selbst keine Blutgefäße existiren, so müßten die verflüssigten verbrauchten Materien, wenn nicht noch etwa vorhandene Lymph- oder andere Gefäße sie abführten, die jüngeren Linsenschichten und die Morgagni'sche Feuchtigkeit bei ihrem Abgange durchdringen. Weßhalb sie hier nicht verändert werden und verändernd wirken, wohin sie gelangen, wie ihre Substanzen entfernt werden, bleiben uns durchaus noch Räthsel. Aehnliches ließe sich in Betreff der anderen faserigen Gewebe anführen. Denn wenn z. B. bei den quergestreiften Muskelfasern die im Centrum des Rohrs enthaltene Gallerte, wie schon oben bemerkt wurde, durch die verbrauchten Fäden erzeugt würde, so kehrten auch hier die bei der Linse angeführten Dunkelheiten wieder. Bei den Nervenkörpern, bei den Eiern und Follikeln deuten die Veränderungen der Kernbildung ähnliche Verhältnisse im Allgemeinen an. Eine irgend genügende Kenntniß des Speciellen mangelt uns jedoch auch hier noch durchaus.

Bis auf die neuere Zeit glaubte man, daß es von dem wesentlichsten Einflusse für das Grundprincip des Ernährungsprocesses sei, ob ein Organ oder Organtheil von Blutgefäßen durchdrungen werde oder nicht, weil im erstern Falle ein

Wachsthum in der Masse, in dem letztern nur eine Vermehrung der Schichtbildung möglich ist. Die Fortschritte der Mikroskopie haben diese Ansicht nothwendigerweise etwas geändert. Wir wissen, daß überall die feinsten Blutgefäßnetze nicht den einzelnen Gewebtheilen entsprechend verlaufen, sondern daß jedes Capillarästchen oder jedes feinste Blutgefäßnetzchen einer größern oder geringern Menge neben einander liegender Gewebeelemente, z. B. einer Zahl von Muskelfasern, entspricht. Die einzelnen Fasern sind also auch von ihren Capillaren mehr oder minder entfernt. Es findet daher auch hier, nur in weit geringerm Grade das Analoge von dem, was wir in den Horngebilden, der Linse u. dgl. antreffen, Statt. Es ist uns ferner bekannt, daß jedes Gewebeelement selbstständig und aus eigener innerer Kraft wächst und daß die aus dem Blute durchschwitzende Ernährungsflüssigkeit nur das allgemeine Material, welches von den verschiedenen histiologischen Elementen ihres Verbreitungsbezirks individuell und selbstständig angeeignet und verändert wird, liefert. Nach diesen Prämissen aber erzeugt die Differenz der gefäßreichen und der sogenannten gefäßlosen Theile keinen ursprünglichen Grundunterschied in dem Wachsthum der Gewebeelemente, sondern nur primär in der Verbreitung der Ernährungsflüssigkeit und secundär in der Quantität und Qualität der Nahrungsstoffe, welche die einzelnen Gewebeelemente zur Verarbeitung aufnehmen können. Weßhalb die Horngebilde und die in analogen Verhältnissen befindlichen Gewebe schichtweise wachsen, bleibt immer erklärlich. Da bei ihnen nur von der einen Seite ihrer Matrix her Blutgefäße existiren, mithin die Ernährungsflüssigkeit auch einseitig eindringen muß, so müssen hier die neuen Restitutionsbildungen entstehen. Erst dasjenige Material, was für diese nicht verbraucht wird und was von den jungen Zellen aus ihrer eigenen Substanz abgegeben werden kann, geht in die älteren Bildungen über und trägt zu den spätern Metamorphosen derselben bei. Daher hier die jüngsten Schichten nach Innen, d. h. in möglichster Nähe der Blutgefäße liegen. Wenn sich aber bei den gefäßreichen Gewebtheilen, z. B. den Muskelfasern, die kräftigeren jüngeren Theile nach Außen, die schwächeren nach Innen befinden, so wäre dieses, obgleich den Horngebilden scheinbar entgegengesetzt, doch ganz homolog. Bei der allseitigen Umgebung mit Capillaren, bei der daher stattfindenden allseitigen Umspülung mit Ernährungsflüssigkeit, gelangten die jüngsten Restitutionsbildungen an die Peripherie, so daß die älteren immer mehr central würden. Wächst die Muskelfaser nicht an Volumen, so muß eben so viel im Centrum resorbirt, als in der Peripherie hinzugebildet werden. Statt der einseitigen, einfach linear fortschreitenden Schichtbildung der Horngewebe hätten wir im Grunde genommen auch hier eine Schichtbildung, jedoch keine geradflächige, sondern eine concentrische, wie es für die Knochen, die Zähne schon oft angenommen worden. Nach diesem Princip ließe sich vielleicht das sogenannte Primitivband oder die Achse der Nervenfasern als der älteste, verbrauchte, der dasselbe umgebende Theil des Nerveninhalts als der jüngste deuten. Da bei den Nerven ein durchaus gleichförmiges Leitungsmaterial das Haupterforderniß ist, so wäre hier eine flüssigere Fettmasse das kräftigere, eine festere das Schwächere, Abgenutzte. Wegen der Verschiedenheit der Functionen fände hier der Consistenz nach das Umgekehrte, wie bei den Mukeln Statt. Jedenfalls müßten aber die Restitutionsbildungen in ihrer Erzeugung von der primären Bildung im Embryo abweichen.

Die bisher dargestellten Möglichkeiten ruhten auf der Voraussetzung, daß mit den Restitutionsbildungen und dem in Folge der Kraftäußerungen entstehenden Umsatze der Organe auch materielle Formveränderungen der Gewebe vor sich gehen. Man kann sich aber das Ganze noch in einer andern Art,

nämlich als Metamorphoſen der Molecularbeſchaffenheit denken. Ein Froſch z. B. iſt darauf angewieſen, Waſſer aus ſeiner feuchten Umgebung einzuſaugen und ſo ſeine Organe in einem mit vieler Flüſſigkeit durchtränkten Zuſtande zu erhalten, und vertrocknet, ſobald er auf dem Trocknen in einer nicht ſehr feuchten Atmoſphäre lebt. Ein todter Froſch dürrt in heißen Sommertagen ganz aus, als wäre er, um ſeinen feſten Rückſtand zu beſtimmen, abſichtlich ausgetrocknet worden. Wenn wir uns einen Finger z. B. verbrennen, ſo erfolgt etwas Aehnliches. Wir heben den Schmerz auf, wir verhüten die Blaſenbildung, wenn wir die Brandſtelle anhaltend in kaltes Waſſer tauchen und ſo einerſeits die Temperatur reduciren und anderſeits den normalen Durchfeuchtungszuſtand wiederherſtellen. In den angeführten Fällen ging mehr Waſſer, als für die Organiſation nothwendig, ab. Wie aber der lebende Froſch im Normale wieder ſo viel Waſſer compenſirt erhält, als von ihm abgeht, ſo läßt ſich auch etwas Aehnliches auf die organiſchen Stoffe übertragen. Bei jeder Maſchine geht durch die Erzeugung der Kraft derſelben ein Quantum von Material in einen andern zu dieſem Zweck nicht mehr brauchbaren Zuſtand über. Es muß daher, wenn kein Stillſtand eintreten ſoll, neue Suſtanz in urſprünglicher Geſtalt wieder zugeführt werden. Man denke ſich die organiſchen Theile, welche dann in ihrer Form mehr ſtabil bleiben könnten, mit einer durch jeden Kraftverbrauch zerſetzbaren Löſung geſchwängert, ſo werden ſie neuen Zuſchuſſes derſelben um ſo mehr bedürfen, und, wenn die Zerſetzungsproducte ſogleich abgehen, auch als Ernährungsflüſſigkeit aus dem Blute um ſo mehr anziehen, je mehr die Energien der Organe in Anſpruch genommen werden. Wahrſcheinlich finden beide Anſichten ihre Realiſation, und es dürfte durch die Thätigkeit der Organe bei einzelnen Geweben bald mehr ein Formumſatz, bald ein Molecularumſatz ſtattfinden, wie ſchon z. B. unter den Epithelien die Verhältniſſe der Oberhaut und die des Flimmerepitheliums anzudeuten ſcheinen.

Bei dem ausgewachſenen und geſunden Menſchen und Thiere reguliren ſich die auf den verſchiedenen Wegen der Nährung, der Athmung, der Hauteinſaugung u. dgl. erfolgenden Einnahmen und die Ausſcheidungen in der Art, daß das totale Körpergewicht nicht verändert wird. Aller Wechſel der Materie iſt daher nur auf die Erhaltung des Körpers berechnet. Anders dagegen iſt es, bevor der Menſch oder das Thier den Culminationspunkt ſeiner Größe erreicht. Hier bleibt ein gewiſſes Plus im Organismus, ſo daß, da die Einnahmen die Ausgaben übertreffen, immer ein beſtimmtes Capital zu dem Volumen und dem Gewichte des Organismus hinzukommt. Dieſer letztere ernährt ſich daher dann nicht nur, ſondern wächſt auch. Umgekehrt ſehen wir im Alter, trotz des ſcheinbaren Normalzuſtandes der Ernährung, das Körpergewicht abnehmen. Was in den drei verſchiedenen angeführten Fällen für die Totalſummen des Umfangs und der Schwere gilt, findet nicht immer auf die einzelnen Organe ſeine directe Anwendung. Ja bei manchen Syſtemen treten geſetzliche Veränderungen ein, welche den Normen der Metamorphoſen des Totalkörpers widerſprechen. Während z. B. der ganze Körper im Alter zu einem geringern Gewicht reducirt wird, erhalten z. B. die Knochen wegen der in ihnen entſtehenden bedeutenderen Aſchenmengen eine größere ſpecifiſche Schwere.

Logiſch genommen müſſen wir zwei Arten des Wachsthums und der Vergrößerung, welche jedoch oft genug in der Natur mit einander verſchmelzen, unterſcheiden. Einerſeits nämlich gehört es zur Idee eines organiſchen Weſens, daß es von einem kleinen Anfange durch allmälige Vergrößerung bis zu dem Culminationspunkte ſeiner Maſſenausbildung gelange und auf dieſem bis zu ſeinem Ende verharre oder vor demſelben von ihm wieder herunterſteige. Dieſe

Wachsthumsart können wir mit dem Namen des Entwickelungswachsthums bezeichnen. Seine Schilderung gehört nicht hierher, sondern in die Enwickelungsgeschichte. So weit es die histiologischen Verhältnisse berührt, werden wir in dem Art. Gewebe davon handeln. Die zweite Wachsthumsart bildet das Ernährungswachsthum im engern Sinne, d. h. diejenige, mehr individuelle, zu allen Lebenszeiten möglicherweise eintretende Veränderung der Masse, welche durch die Individualität, die Nahrung und andere variirende Momente bedingt wird. Die Volumensmetamorphosen beruhen hier entweder auf voller Vergrößeruug einzelner Organe und Organtheile oder auf neuen Ablagerungen besonders von Fett oder auf beiden Momenten zugleich. Nur wenn bei diesen Veränderungen der Organismus gesund bleibt, kann von einem wahren Ernährungswachsthume die Rede sein. Krankhafte Ablagerungen aber, welche auf krankhaft verminderter Ausscheidung beruhen oder mit Aufzehrung des übrigen Körpers, der Lebenskräfte u. dgl. verbunden sind, gehören natürlicherweise nicht hierher. Man sieht aber bald, daß auch hier die Grenzen in Gedanken weit leichter als in der Wirklichkeit zu ziehen sind.

Die Vergrößerung der Organe durch das Ernährungswachsthum erfolgt nicht durch Vergrößerung, sondern höchst wahrscheinlich durch Vermehrung der Gewebtheile. Wenigstens zeigen sich die Mittel und selbst die Maxima der mikrometrischen Messungen der Muskelfasern, der Nervenfasern u. dgl. bei einem starken Manne nicht größer als bei einem schwächlichen, abgezehrten Mädchen. Die Knochenkörperchen erscheinen in einem starken gesunden Knochen nicht größer als in einem schwachen, wiewohl die Menge der in diesen Körperchen und Strahlen derselben befindliche Kalkmasse allerdings variirt. Rücksichtlich der faserigen Gewebe scheint es sogar, als wenn bei kräftigeren Thieren die untergeordneten Theile ausgebildeter seien, wie z. B. die Nervenbündel am meisten andeuten. Außer dieser die Gewebe selbst betreffenden Vergrößerung kann noch als zweite Art die Volumensvermehrung durch Ablagerung von Fett stattfinden. Mit Ausnahme derjenigen Fettmassen, welche als nothwendiges weiches Polster immer vorhanden sind, wie z. B. in der Augenhöhle, am M. buccinatorius und zum Theil unter der Haut, bildet das Fett einen variablen Bestandtheil, dessen Anhäufung von Ernährungsverhältnissen abhängt. Wie es entstehe und wozu es zu Zeiten der Noth verbraucht werde, werden wir in dem chemischen Theile dieses Artikels besprechen. Hier nur noch die Bemerkung, daß Vermehrung des Fetts und normale, durch bessere Ernährung erfolgende Vergrößerung der Organe zwei sehr verschiedene Dinge sind. Wie schon der weibliche Organismus, dessen gerundetere Formen vorzugsweise durch größern Reichthum des subcutanen Fetts hervorgerufen werden, beweist, stehen Fettheit und größere Energie nicht nur in keinem geraden, sondern oft in einem zum Theil entgegengesetzten Verhältnisse, während ächte quantitative und qualitative Vermehrung der Organe auch mit größerer Thatkraft gleichen Schritt hält. Die erste Fettablagerung scheint in Zellen vor sich zu gehen. Wenigstens nimmt man in dem subcutanen Zellgewebe magerer Personen die Fetttropfen in dem Zelleninhalte und um den Kern wahr. Später zeigen sich die Oeltropfen oder die Stearinmassen oder die gemischten Fettablagerungen in zellgewebigen mit zahlreichen Blutgefäßnetzen versehenen Bälgen.

2) Mengenverhältnisse der Ernährungserscheinungen. — Hier haben wir zunächst eine vollkommene Haushaltsrechnung mit dem Organismus abzuschließen. Es ist zu bestimmen, wie viel er durch Speise, Trank und auf andere Weise binnen einer gewissen Zeit einnimmt, wie viel er dann innerhalb derselben Zeit durch Urin, Koth, Haut- und Lungenabsonderung und

andere Secrete ausgiebt. Bleibt hierauf noch ein Ueberschuß und hat in entsprechendem Verhältnisse das Körpergewicht zugenommen, so können wir mit Recht schließen, daß jenes Differenzquantum zu dem mit der Ernährung stattgefundenen Wachsthum verwendet worden. Hat sich dagegen das Körpergewicht nicht vermehrt, so müssen die entfernten Stoffe den eingenommenen gleichen. Alle Materien, mit Ausnahme derer, welche nicht metamorphosirt den Darmkanal durchlaufen und unverändert mit dem Kothe abgehen, müssen einen Theil des Körpers durchsetzt und dort, so viel es Zeit und Umstände erlaubten, zur Erhaltung, wenn auch nicht zur Vermehrung der Organe beigetragen haben.

Während die Bestimmung der eingenommenen Nahrungsmittel gar keine Schwierigkeit hat, ist die Controlle desjenigen, was auf anderen Wegen durch Einsaugung in den Körper kommt, mit Präcision kaum anzustellen. Eben so wird es möglich, die Mengen des Urins und des Koths anzugeben; schwieriger schon ist es, die Quanta der Hautabschuppung mit den Residuen des Schweißes und wiederum nur mehr schätzungsweise die Mengen dessen, was durch Hautausdünstung, durch Lungenausdünstung, durch Schleim der Nase, der Genitalien, durch Ohrenschmalz, durch Thränen u. dgl. abgeht, zu bestimmen. Daher beschränken sich auch sowohl die älteren hierher gehörenden Versuche von Sanctorius, Dodart, Keil, als die neueren von Dalton und Liebig darauf, daß einerseits Speise und Trank und anderseits Urin und Koth dem Gewichte nach bestimmt wurden. Da diese Beobachtungen nur die Totalsummen der genannten Objecte und die organischen Elemente derselben betreffen, so hielt ich es für ersprießlich, eine ähnliche Versuchsreihe mit Hinzufügung specieller chemischer Untersuchungen über die Aschenmengen und die einzelnen feuerbeständigen Körper zu unternehmen. Dieser letztere Zweck aber bestimmte mich, die Beobachtungen nicht am Menschen, sondern am Pferde anzustellen. Sollen Experimente der Art bei dem Menschen, der unregelmäßiger kothet, sichere Resultate geben, so müßte man Wochen lang mit derselben einförmigen Diät fortfahren, weil sonst eine fast unübersehbare Reihe chemischer Untersuchungen nöthig wäre. Eine solche einförmige anhaltende Diät, z. B. aus Brod oder Kartoffeln oder Fleisch und Wasser, kann, auf die Dauer beobachtet, keine Normalverhältnisse hervorrufen. Bei dem Pferde hat man den doppelten Vortheil, daß es einerseits häufiger binnen 24 Stunden seine Excremente entleert, daß von diesen eine größere zu Aschenanalysen geeignete Menge vorhanden ist, daß man daher den Versuch nur wenige Tage fortzusetzen braucht und daß man anderseits ohne Veränderung der Lebensart des Thiers eine ziemlich einförmige, chemisch genau zu bestimmende Diät festsetzen kann. Von diesen Grundsätzen geleitet, habe ich folgende hierher gehörende Untersuchungsreihe vorgenommen [1]).

Eine vierjährige vollkommen gesunde Stute von 5 Fuß 1½ Zoll Bernermaß Schulterhöhe, welche noch nicht geworfen hatte und die als Artilleriepferd gebraucht wurde, wurde eine Zeit lang mit den bald anzugebenden Rationen von Heu und Hafer gefüttert und erhielt auch ungefähr dieselben, jedoch nicht genau abgemessenen Mengen Trinkwassers. An den drei Beobachtungstagen, welche von dem 16ten November 1840 um 8 Uhr Morgens bis zum 19ten

[1]) Der Einwand, daß solche Versuchsreihen nur individuelle, nach Größe, Constitution, Nahrung ꝛc. wechselnde Fälle behandeln, ist zwar allerdings richtig. Es ist daher auch nie möglich, hier absolute, allgemein gültige Zahlen zu erhalten. Dagegen liefern sie einen ungefähren Ueberblick über die Quantitätsverhältnisse der Schwankungen der Ernährungs-, Ab- und Aussonderungsverhältnisse, und sind allein geeignet, Basen für fernere Schätzungsschlüsse und auf diesen beruhende Ansichten zu liefern.

November um 8 Uhr früh dauerten und während welcher die Temperatur zwischen —2,6 und + 6° C. schwankte, erhielt das Thier innerhalb des Zeitraums von je 24 Stunden 60 Pfund Berner Civilgewicht Trinkwasser (1 Pfd. = 500 Gram.), 20 Pfd. Heu und 4 Pfd. Hafer. In dem Heu, welches von einem Conglomeratboden (dem Falkenplätzchen bei Bern) stammte, befanden sich Holcus lanatus, Ranunculus acris, Trifolium pratense, Plantago lanceolata, Briza media, Cerastium arvense, Scabiosa arvensis und vorherrschend Avena elatior, Avena flavescens, Poa pratensis und Dactylis glomerata. Das Heu sowohl als der Hafer waren lufttrocken. Während der drei Beobachtungstage saß stets eine mit den nöthigen Geräthschaften versehene Person, um sogleich Koth und Excremente vollständig aufzufangen. Die innerhalb 24 Stunden gesammelten Mengen wurden dann quantitativ bestimmt [1]). Mit dem Namen Tag ist in dieser ganzen Untersuchungsreihe ein Zeitraum von gerade 24 Stunden gemeint.

Es ergab sich:

	Tägliche Ration.				Tägliche Ausleerung.		
	Trinkwasser.	Heu.	Hafer.	Totalgewicht	Urin.	Koth.	Totalgewicht
Erster Tag...	60 Pfd.	20 Pfd.	4 Pfd.	84 Pfd.	8 Pfd.	36 Pfd.	44 Pfd.
Zweiter Tag..	60 Pfd.	20 Pfd.	4 Pfd.	84 Pfd.	10 Pfd.	34 Pfd.	44 Pfd.
Dritter Tag..	60 Pfd.	20 Pfd.	4 Pfd.	84 Pfd.	12 Pfd.	33 Pfd.	45 Pfd.

Die Excremente verhielten sich während der drei Tage ihrem äußern Ansehen nach ziemlich gleich. Der Urin der beiden ersten Tage bot nichts Ungewöhnliches dar. Die ersten Portionen waren wie gewöhnlich heller, die letzteren durch die entleerten krystallinischen Kugeln getrübt und braungelb (fast bierähnlich). In dem Harne des dritten Tags zeigte sich außer dem braungelben gewöhnlichen Bodensatze ein weißgelber specifisch leichterer Niederschlag, der unter dem Mikroskope säulenförmig zugespitzte Krystalle darbot. Diese gingen zum Theil durch ein gröberes Filtrum, während die krystallinischen Kugeln nebst den größeren Krystallen auf demselben zurückblieben. Die chemische Untersuchung erwies sie als kohlensauern Kalk mit einer vielleicht künstlichen Beimischung einer äußerst geringen Menge von kohlensauerm Talk ohne Spur von Schwefel-, Phosphor- und Chlorwasserstoffsäure.

Das Körpergewicht des Thiers betrug am vierten Tage der Versuchsreihe 855 Pfund und nachdem dieselbe Kost fortgesetzt worden, 10 Tage später 845 Pfund. Diese Differenz ist verhältnißmäßig so gering, daß sie leicht nur durch Unterschiede des noch im Körper zurückgehaltenen Urins und Koths erzeugt worden sein kann. Es ist auch für die hier darzustellenden Untersuchungen ganz

[1]) Ich halte es für meine Pflicht, Herrn Koller, Professor an der hiesigen Thierarzneischule, meinen besten Dank öffentlich abzustatten, da derselbe die Sorge für diese nothwendigen Vordata nicht nur bereitwillig übernahm, sondern selbst zwei Nächte bei dem Pferde wachte und mir überhaupt alle zu dieser Untersuchung nöthigen Materialien mit der größten Pünktlichkeit verschaffte.

gleichgültig, ob das Thier bei der angegebenen Koſt abmagert oder nicht. Von größerer Bedeutung iſt dagegen, daß es ſicher an Körpergewicht nicht zunahm. Nehmen wir das letztere zu 850 Pfund an, ſo betrug die Totalſumme der täglich eingenommenen Nahrungsmittel ungefähr $^1/_{10}$; die Menge des täglichen Urins $^1/_{112}$ bis $^1/_{85}$ bis $^1/_{70}$; die des Kothes $^1/_{24}$ bis $^1/_{25}$ bis $^1/_{26}$; die der Lungenausdünſtung, der Hautausdünſtung und der anderen fortgehenden Abſonderungen $^1/_{21}$ bis $^1/_{22}$ des Körpergewichts.

Am erſten und am zweiten Tage waren alſo dem Totalgewicht nach 40 Pfund, am dritten 39 Pfund, im Mittel 39,66 Pfund weniger durch Urin und Koth ausgeleert worden, als das Thier durch Getränk und Speiſe eingenommen hatte. Die Summe der beiden letzteren verhielt ſich zur Summe der genannten Ausleerungen am erſten und zweiten Tage = 1 : 0,523, am dritten Tage = 1 : 0,535; im Mittel daher = 1 : 0,528. Es kam ſo auf die Lungen-, die Hautausdünſtung, die nicht mit Urin und Koth abgehenden Abſonderungsproducte oder, wie die Alten dieſe ſämmtlichen Momente zuſammengenommen nannten, auf die Perſpiration — ein Ausdruck, den wir auch ſeiner Kürze wegen in der Folge gebrauchen werden — und auf die Ernährung im Mittel 0,472.

Vergleichen wir nun mit dieſen Reſultaten die von Anderen bei dem Menſchen erhaltenen Zahlen, ſo ergiebt ſich, daß im Allgemeinen dieſer bald verhältnißmäßig weniger, bald mehr als das Pferd durch Urin und Excremente zuſammengenommen ausleert. Sanctorius (De statica medicina aphorismorum sectiones VII Cum commentario m. Lister. L. B. 1703. 12. p. 5. Editio Noguez. Parisiis 1725. 8. Tom. I. p. 13. Kaau perspiratio dicta Hippocratis. L. B. 1738. 8. p. 35.) berechnet, daß im Allgemeinen von dem Menſchen innerhalb eines Tages 8 Pfund Speiſe und Getränk eingenommen, 3 Pfund durch Urin und Koth entleert und 5 Pfund durch die Perſpiration entfernt werden. Dodart (Medicina statica gallica. p. 222.), welcher ſeine Beobachtungen an einem 33jährigen, magern, lebhaften, geſunden Menſchen anſtellte, fand das Verhältniß der eingenommenen Nahrungsmittel zu den durch Urin und Koth entleerten Mengen = 15 : 10 bis 15 : 12. Auf noch größere Zahlen kam Keill (Medicina statica Brittanica. p 323.). Er rechnet für die mittlere tägliche Kothentleerung 5 ℥, für die Menge des Harnes 2 Pfund und faſt 6 ℥, für die Perſpiration 31 ℥. Dalton (Müller's Phyſiologie. Dritte Auflage. Bd. I. S. 577.) fand bei 91 ℥ täglicher Nahrung im März im Durchſchnitt 48,5 ℥ Harn, 5 ℥ Faeces und 37,5 ℥ Perſpiration, im Junius 51,5 ℥ Harn, 1 ℥ Excremente und 44 ℥ Perſpiration, und im September die Hälfte ſenſible Ausleerung, die Hälfte Perſpiration. Legen wir nun die Totalſumme der eingenommenen Speiſen und Getränke als Einheit zum Grunde, ſo haben wir *):

---

*) Ich habe hier nur die wichtigſten Beobachter angeführt. Ueber ähnliche Erfahrungen von Rye, Gorter, Hartmann, Eining, Martins, Stark, Sauvages, Robinſon, ſ. Burdach Phyſiologie. Bd. V. S. 198. Vgl. auch Tiedemann Phyſiologie. Bd. III. S. 5 u. 6. Auf die das Pferd und die Kuh betreffenden Erfahrungen von Boufſingault werden wir in der Folge ausführlicher zurückkommen.

Beobachter	Sensible Ausleerung	Perspiration	Species
1) Sanctorius .	0,375	0,625	Menschen
2) Dobart			
Maximum	0,400	0,600	»
Minimum	0,444	0,556	»
3) Keill	0,530	0,470	»
4) Dalton			
Im März ...	0,588	0,412	»
Im Junius ..	0,544	0,456	»
Im September	0,500	0,500	»
Mittel ..	0,483	0,517	Menschen
5) Mittel	0,528	0,472	Pferde.

Hielten wir uns nur an die älteren Mittelzahlen von Sanctorius und Dobart, so könnten wir folgern, daß im Mittel die Menge der sensiblen Ausleerungen bei dem Menschen geringer als bei dem Pferde ist. Ließe sich dieses bestimmt darthun, so fände sich ein plausibler Grund dafür in dem Umstande, daß bei der rein vegetabilischen Nahrung des Pferdes viele Pflanzenstoffe, vorzüglich in an Kieselsäure und kieselsäurehaltigen Verbindungen reichen Theilen, unverdaut durch den Darmkanal hindurchgehen. Allein schon Keill kommt auf Mittelzahlen, welche denen des Pferdes sehr nahe stehen. Dalton's Größen übertreffen sogar dieselbe. Wie man übrigens aus obiger Tabelle sieht, fanden Keill und Dalton relativ weit größere Quanta der sensiblen Ausleerungen als Sanctorius und Dobart. Diese Unterschiede beruhen vorzüglich auf den größeren Harnmengen der beiden englischen Forscher. Ob dieses durch Klimaeigenthümlichkeiten, besonders die feuchte Luft, welche im Allgemeinen Paris und Padua in dem Grade nicht zukommt, beruhe, steht dahin.

Unzweifelhaft dagegen entleert das Pferd viel mehr Mist und weniger Urin, der Mensch umgekehrt mehr Urin und weniger Koth. Nach den oben angeführten, bei dem Pferde angestellten Wägungen verhielt sich die Menge des gelassenen Harnes zu der des entleerten Kothes am ersten Tage = 1 : 4,50; am zweiten Tage = 1 : 3,40 und am dritten Tage = 1 : 2,75, also im Mittel = 1 : 3,55. Halten wir uns dagegen an die von Dalton im Monat März gefundenen Mittelzahlen, so haben wir ein Verhältniß des Harns zum Kothe = 1 : 0,10. Wir werden übrigens auf diesen größern Reichthum der Excremente bei dem Pferde bei Gelegenheit der entleerten Quanta von Wasser wieder zurückkommen.

Ich stellte es mir nun als Hauptziel der oben erwähnten Versuchsreihe, bei dem Pferde durch chemische Analysen zu bestimmen, wie viel von den Bestandtheilen der Aschen der eingenommenen Stoffe durch Urin und Koth wieder abgingen und wie viel auf Perspiration und Ernährung kämen. Indirect ergaben sich hierbei die Mengen des Wassers und der flüchtigen organischen Stoffe. Bei der Darlegung der so gewonnenen Resultate müssen wir zwei Hauptabtheilungen machen. In der ersten derselben werden wir von den Aschenmengen überhaupt, in einer zweiten spätern von den einzelnen Bestandtheilen derselben handeln.

I. Totalmengen des Waſſers, der organiſchen Stoffe und der Aſchen. — Von ſämmtlichen hierher gehörenden Objecten wurden zuerſt die feſten Rückſtände beſtimmt und dieſe dann, mit Ausnahme des Reſiduums des Trinkwaſſers, im Platintiegel veraſcht.

A. Einnahme. — 1) Trinkwaſſer. — 52,130 Grm. gaben 0,027 Grm. = 0,051 % feſten Rückſtandes. — 47,465 Grm. lieferten 0,024 Grm. = 0,050 % feſten Rückſtandes. — 34,928 Grm. gaben 0,0185 Grm. = 0,053 % feſten Rückſtandes. — Wir haben daher im Mittel 0,051 % Rückſtand. — 100 Theile Trinkwaſſer enthielten daher 99,949 Theile reinen Waſſers und 0,051 Salze.

2) Heu. — 4,144 Grm. des lufttrocknen Heues, wie es zur Fütterung angewendet wurde, gaben nach dem Trocknen 3,660 Grm.; hatten alſo durch das ſchärfere Trocknen 3,484 Grm. = 11,67 % verloren. Liebig und Will (die organiſche Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Phyſiologie. Braunſchweig, 1840. 8. S. 13.) fanden in dem lufttrocknen Heu 11,2 % Waſſer. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß dieſe Unterſchiede durch die mehr zufällige feuchtere oder trockne Beſchaffenheit des Futterheues bedingt werden.

2,225 Grm. des friſchen Heues, wie es zum Futter diente, gaben 0,134 Grm. = 6,02 % reiner weißer, mit einem Stich ins Graue verſehener Aſche. Waren nun in dem vorliegenden Futterheu 11,67 % Waſſer enthalten, ſo lieferte das bei 100° getrocknete Heu 6,81 % Aſche. Liebig und Will (am a. O. S. 13 u. 163.) kommen auf 6,82 %.

100 Theile des zum Futter gebrauchten lufttrocknen Heues enthielten daher 11,67 Waſſer, 82,31 feuerflüchtige organiſche Stoffe und 6,02 Aſche.

3) Hafer. — 9,838 Grm. lufttrockenen Hafers, wie er zur Fütterung des Pferdes verwendet wurde, gaben nach dem Trocknen 8,641 Grm.; hatten alſo 1,192 Grm. = 12,12% Feuchtigkeit verloren.

3,414 Grm. lufttrockenen Hafers gaben 0,106 Grm. = 3,10% Aſche. — 3,097 Grm. lieferten 0,098 Grm. = 3,16% Aſche. Wir haben daher im Mittel 3,13 % Aſche. Th. von Sauſſure [1]) fand in dem bei 20° R. getrockneten Hafer 3,1% Aſche.

100 Theile lufttrockenen Hafers enthielten daher 12,12 Waſſer, 84,75 feuerflüchtige organiſche Stoffe und 3,13 Aſche.

Reduciren wir nun dieſe gefundenen procentigen Zahlen auf die in der täglichen Ration enthaltenen Gewichtsmengen, ſo haben wir:

Beſtandtheile	In 100 Theilen			In der täglichen Ration			Totalſumme
	Trinkwaſſer	Heu	Trinkwaſſer.	Trinkwaſſer ℔	Heu ℔	Hafer ℔	℔
Waſſer	99,949	11,67	12,12	59,9694	2,3340	0,4848	62,7882
Flüchtige Stoffe	» » »	82,31	84,75	» » » »	16,4620	3,3900	19,8520
Aſche	0,051	6,02	3,13	1,0306	1,2040	1,1252	1,3598
	100,000	100,00	100,00	60,0000 ℔	20,0000 ℔	4,0000 ℔	84,0000 ℔

[1]) Chemiſche Unterſuchungen über die Vegetation. Ueberſetzt von Voigt. Leipzig 1805. 8. Tafel der Einäſcherungen Nr. 66.

B. Ausleerungen. — Da der feste Rückstand des Urins so äußerst hygroskopisch war, daß er möglichst gut getrocknet selbst während des Abwägens an Gewicht zunahm, so mußte er, um größere Fehler zu verhüten, immer ein wenig angebrannt werden. Die Zahlen des Wassers und des festen Rückstandes sind daher bei ihm nur möglichst approximativ. Um in Betreff der Aschen keine Fehler zu erhalten, wurde der abgewogene feste Rückstand sogleich im Platintiegel verascht. Da der zuerst abgehende Harn des Pferdes klarer, der zuletzt ausgeschiedene vorzüglich wegen der beigemischten krystallinischen Kugeln trüb ist, so wurde die Gesammtmasse des Harnes eines jeden der Tage gesammelt und, ehe die Proben entnommen wurden, tüchtig herumgerührt, um eine möglichst gleichförmige Vertheilung der Gemengsubstanzen zu erzielen. Eben so wurde die Probeportion, ehe ich die kleineren Verdampfungsproben entnahm, möglichst durchrührt und durchschüttelt. Von den Excrementen entnahm ich von den dem freien Auge am heterogensten erscheinenden Stellen drei Proben.

Erster Tag.

1) Excremente. — Entleert 36 Pfd. — I. 8,853 Grm. frischen Mistes gaben 1,537 Grm. = 17,36% festen Rückstandes. 1,306 Grm. des letztern lieferten 0,137 Grm. = 10,49% Asche.

II. 12,064 Grm. frischer Excremente gaben 2,195 Grm. = 18,19% festen Rückstandes. — 2,104 Grm. des letztern lieferten 0,213 Grm. = 10,12% Asche.

III. 7,202 Grm. frischen Kothes lieferten 1,334 Grm. = 18,52% festen Rückstandes. — 1,498 Grm. des letztern gaben 0,149 Grm. = 9,95% Asche.

Im Mittel fanden sich daher 18,02% festen Rückstandes.

Nach diesen Datis haben wir daher:

Bestandtheile	Analysen			Mittel	In 36 ℔ entleerten Mistes
	I.	II.	III.		
Wasser	82,64	81,81	81,48	81,98	29,5128
flüchtige Stoffe	15,54	16,35	16,68	16,19	5,8284
Asche	1,82	1,84	1,84	1,83	0,6588
	100,00	100,00	100,00	100,00	36,0000

Die Totalquantitäten sind hier, wie bei allen folgenden Analysen nach dem gefundenen Mittel berechnet.

2) Urin. — Entleert 8 ℔. — 41,831 Grm. trüben Urins gaben 0,630 Grm. = 1,50% Concremente. — 25,112 Grm. trüben Urins enthielten 0,407 Grm. = 1,62% Concremente. — 40,890 Grm. Harn führten 0,548 Grm. = 1,34% Concremente.

Im Mittel enthielt daher der frische, durchrührte, trübe Harn 98,51 klare Urinflüssigkeit und 1,49% Concremente. — Auf die 8 ℔ Harns, welche am ersten Tage entleert worden waren, kamen daher 7,8808 ℔ klaren Urins und 0,1192 ℔ = 3,8144 Loth Concremente.

I. 11,559 Grm. frischen Urins lieferten 0,875 Grm. = 7,56 % festen Rückstandes. — 0,748 Grm. des letztern gaben 0,320 Grm. = 42,78% Asche.

II. 11,235 Grm. frischen Harns gaben 0,921 Grm. = 8,19% festen Rückstandes. — 0,656 des letztern lieferten 0,318 Grm. = 48,47% Asche.

III. 13,168 Grm. frischen Harns hatten 0,968 Grm. = 7,35% festen Rückstandes. — 0,845 Grm. des letztern lieferten 0,355 Grm. = 42,01% Asche.

IV. 21,618 Grm. frischen Urins gaben 1,670 Grm. = 7,72%. — Die Aschenprobe verunglückte hier.

Bei diesen Bestimmungen der festen Rückstände und der Aschen, so wie bei denen der folgenden Harne wurde der geschüttelte trübe Urin, wie er entleert wurde, genommen. Die Rückstände sowohl, als die Aschen enthalten daher die Concremente mit eingeschlossen. Zur Veraschung konnten nur kleinere Quantitäten genommen werden, weil alle diese Urinrückstände sich bei dem Verkohlen nach dem Schmelzen ungemein aufblähen.

Nach den angeführten Datis haben wir daher:

Bestandtheile	Analysen I.	II.	III.	IV.	Mittel	In 8 ℔ entleerten Urins
Wasser	92,44	91,81	92,65	92,28	92,30	7,3840
Flüchtige Stoffe	4,33	4,22	4,26	7,72	4,27	0,3416
Asche	3,23	3,79	3,09		3,43	0,2744
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	8,0000 ℔

Da bei Nro. IV. die speciellen Mengen der flüchtigen Stoffe nicht erhalten wurden, so wurden zu dem berechneten Mittel nur Nro. I, II und III gebraucht. — Da ferner das Mittel der Concremente 1,49% betrug, so enthielt der klare Harn im Mittel, wenn man noch Nro. IV hinzurechnet, 6,22% festen Rückstandes. Nun ergab sich mir bei Gelegenheit anderer Analysen der Concremente des Pferdeharnes ein mittlerer Aschengehalt von 91,17%. Folglich enthalten 1,49% Concremente 1,36% Asche. Es kommen daher auf den klaren Harn 2,07% Asche.

Zweiter Tag.

1) Excremente. — Entleert 34 ℔. — I. 8,192 Grm. frischen Mistes gaben 1,561 Grm. = 19,05% festen Rückstandes. 1,528 des letztern lieferten 0,135 = 8,83% Asche.

II. 10,318 Grm. frischer Excremente gaben 1,689 Grm. = 16,37% trockenen Rückstandes. 1,675 Grm. des letztern erzeugten 0,151 Grm. = 9,01% Asche.

III. 8,701 Grm. frischen Mistes gaben 1,458 Grm. = 16,75% trockenen Rückstandes. 1,397 Grm. des letztern lieferten 0,119 Grm. = 8,52% Asche.

Wir haben daher:

Bestandtheile	Analysen I.	II.	III.	Mittel	In 34 ℔ entleerter Excremente
Wasser	80,95	83,63	83,25	82,61	28,0874
Flüchtige Stoffe	17,37	14,90	15,32	15,86	5,3924
Asche	1,68	1,47	1,43	1,53	0,5202
	100,00	100,00	100,00	100,00	34,0000 ℔

2) Urin. — Entleert 10 ℔. — 38,210 Grm. trüben Urins gaben 0,525 = 1,37% Concremente. — 24,429 Grm. trüben Harns lieferten 0,364 Grm. = 1,49% Concremente. — 32,320 Grm. trüben Urins führten 0,532 Grm. = 1,64% Concremente.

Im Mittel enthielt daher der gelassene Urin 98,50% klaren Harn und 1,50% Concremente. — Auf die 10 ℔ entleerten Harns kamen daher 9,85 ℔ klaren Urins und 0,15 ℔ = 4,80 Loth Concremente.

I. 11,993 Grm. frischen trüben Urins gaben 1,014 Grm. = 8,45% trockenen Rückstandes. — 0,785 Grm. des letztern lieferten 0,337 Grm. = 42,93% Asche.

II. 11,570 Grm. Urins hatten 0,877 Grm. = 7,58% festen Rückstandes. — 0,799 Grm. des letztern erzeugten 0,389 Grm. = 48,68% Asche.

III. 10,035 Grm. frischen Urins lieferten 0,851 Grm. = 8,48% festen Rückstandes. — 0,619 Grm. des letztern bildeten 0,269 Grm. = 43,45% Asche.

IV. 15,815 Grm. frischen Harns gaben 1,220 Grm. = 7,71% festen Rückstandes. — 0,823 Grm. des letztern lieferten 0,380 Grm. = 46,17% Asche.

Wir haben daher:

Bestandtheile	Analysen I.	II.	III.	IV.	Mittel	In 10 ℔ entleerten Mistes
Wasser	91,55	92,42	91,52	92,29	91,94	9,1945
Flüchtige Stoffe	4,83	3,89	4,80	4,15	4,42	0,4418
Asche	3,62	3,69	3,68	3,56	3,64	0,3637
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	10,0000 ℔

Da das Mittel der festen Rückstände 8,055% und das Mittel der Concremente 1,50% betrug, so ergiebt sich hieraus für den klaren Harn ein fester Rückstand von 6,555%. Bei einem Versuche, den ich mit Verdampfung des von den Concrementen abfiltrirten Harns anstellte, erhielt ich von 31,788 Grm. klaren Urins 2,147 Grm. = 6,75% festen Rückstandes. Da nach dem oben angeführten Mittel 1,50% Concremente 1,36% Asche enthalten, so betrug die Asche des festen Rückstandes des klaren Harnes 2,277%.

Dritter Tag.

1) Excremente. — Entleert 33 ℔. — I. 11,467 Grm. frischen Mistes gaben 2,317 Grm. = 20,20% festen Rückstandes. — 2,288 Grm. des letztern lieferten 0,208 Grm. = 9,09% Asche.

II. 22,392 Grm. frischer Excremente hatten 4,454 Grm. = 19,89% trockenen Rückstandes. — 3,071 Grm. des letztern gaben 0,278 Grm. = 9,05% Asche.

III. 25,039 Grm. frischen Kothes lieferten 4,548 Grm. = 18,16% festen Rückstandes. — 4,194 Grm. des letztern enthielten 0,345 Grm. = 8,22% Asche.

Wir haben daher:

Bestandtheile	Analysen			Mittel	In 33 ℔ entleerter Excremente
	I.	II.	III.		
Wasser	79,80	80,11	81,84	80,58	26,5914
Flüchtige Stoffe	18,36	18,09	16,67	17,71	5,8443
Asche	1,84	1,80	1,49	1,71	0,5643
	100,00	100,00	100,00	100,00	33,0000 ℔

2) Urin. — Entleert 12 ℔. — Dieser Urin bot, wie schon erwähnt wurde, die Eigenthümlichkeit dar, daß er eine hellere Farbe wie gewöhnlich hatte. Stand er ruhig, so setzten sich zuerst die röthlich gelben Concremente und auf diesen ein gelbweißer Niederschlag ab. Der letztere bestand, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, aus kleinen säulenförmigen, mit Endzuspitzungsflächen versehenen Krystallen, die theils durch das Filtrum hindurchgingen, theils mit den Concrementen auf demselben zurückblieben. Daher es nur möglich war, die Concremente sammt den größeren Kryställchen zu isoliren und quantitativ zu bestimmen. Durch Schlämmen gelang es, eine Masse, welche größtentheils aus den genannten Krystallen und nur sehr wenigen und vereinzelten Kugeln der kleinsten Art bestand, zu erhalten. Die chemische Untersuchung dieser Masse zeigte eine überaus vorherrschende Masse von kohlensauerem Kalke mit einer geringen Menge von kohlensauerer Bittererde. Alle Spur von schwefelsaueren oder phosphorsaueren Salzen fehlte aber durchaus. Es waren daher Krystalle von reinem kohlensaueren Kalke.

22,838 Grm. frischen Urins gaben 0,251 Grm. = 1,09% Concremente und größere Krystalle. — 25,715 Grm. frischen Harnes lieferten 0,614 Grm. = 2,39% Concremente und größere Krystalle. — 19,981 Grm. frischen Harnes gaben 0,408 Grm. = 2,04% Concremente und größere Krystalle.

Im Mittel enthielt daher der frisch gelassene Urin 98,61% Urinflüssigkeit und kleinere Krystalle und 1,84% Concremente nebst größeren Krystallen.

I. — 12,146 Grm. frischen trüben Harnes gaben 0,916 Grm. = 7,54% festen Rückstandes. — 0,886 Grm. dieses letztern lieferten 0,420 Grm. = 47,40% Asche.

II. 19,993 Grm. frischen Urins gaben 1,602 Grm. = 8,01% festen Rückstandes. — 1,437 Grm. des letztern enthielten 0,692 Grm. = 48,15% Asche.

III. 22,104 Grm. frischen Urins gaben 1,620 Grm. = 7,33% trockenen Rückstandes. — 1,399 Grm. des letztern enthielt 0,728 Grm. = 52,04% Asche.

IV. 15,650 Grm. frischen Harnes gaben 1,140 Grm. = 7,29% festen Rückstandes. — 0,751 Grm. des letztern hatten 0,376 Grm. = 50,07% Asche.

Wir haben daher:

Bestandtheile	Analysen				Mittel	In 12 ℔ entleerten Urins
	I.	II.	III.	IV.		
Wasser	92,46	91,99	92,67	92,71	92,46	11,0952
Flüchtige Stoffe	3,97	4,16	3,52	3,64	3,82	0,4584
Asche	3,57	3,85	3,81	3,65	3,72	0,4464
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	12,0000 ℔

Ehe wir nun zu der Betrachtung der organischen Bestandtheile und den quantitativen Analysen der einzelnen Aschen übergehen, müssen wir die bis jetzt gewonnenen Resultate übersichtlich zusammenstellen. In der folgenden Tabelle findet sich die vollständige Abrechnung in Betreff dessen, was täglich durch die Nahrungsmittel eingenommen und was durch Excremente und Urin ausgegeben worden, wie viel daher von Wasser, von organischen Stoffen und von feuerbeständigen (z. Thl. mit gebildeter Kohlensäure verbundenen) Bestandtheilen für Perspiration und Ernährung geblieben ist [1]).

[1]) Es versteht sich von selbst, daß, da die organisch sauren Salze in kohlensauere verwandelt werden, die Aschenbestimmungen der sensiblen Ausleerungen wie die der Nahrungsmittel etwas zu groß ausfallen. Um nicht subjective Schätzungen einzuschwärzen, habe ich hier alle Correction der Zahlen unterlassen und daher auch nicht die Rectification, die wir in der Folge bei den einzelnen Aschenbestandtheilen kennen lernen werden, schon hier einfließen lassen.

Tag.	Beſtandtheile.	Einnahme. (In ℔ à 500 Grm.) Trinkwaſſer	Heu	Hafer	Totalſumme	Ausgabe. (In ℔ à 500 Grm.) Excremente	Harn	Totalſumme	Perſpiration
I.	Waſſer . .	59,9694	2,3340	0,4848	62,7882	29,5128	7,3840	36,8968	25,8914
	Flüchtige Stoffe .	„ „ „ „	16,4620	3,3900	19,8520	5,8284	0,3416	6,1700	13,6820
	Aſche . . .	0,0306	1,2040	1,1252	1,3598	0,6588	0,2744	0,9332	0,4266
		60 ℔	20 ℔	4 ℔	84 ℔	36 ℔	8 ℔	44 ℔	40 ℔
II.	Waſſer . .	Wie am erſten Tage.				28,0874	9,1945	37,2819	25,5063
	Flüchtige Stoffe .					5,3924	0,4418	5,8342	14,0178
	Aſche . . .					0,5202	0,3637	0,8839	0,4759
						34 ℔	10 ℔	44 ℔	40 ℔
III.	Waſſer . .	Wie am erſten Tage.				26,5914	11,0952	37,6866	25,1016
	Flüchtige Stoffe .					5,8143	0,4584	6,3027	13,5493
	Aſche . . .					0,5643	0,4464	1,0107	0,3491
						33 ℔	12 ℔	45 ℔	39 ℔
Mittel des zweiten und dritten Tages.	Waſſer . .					27,3394	10,1449	37,4842	25,3040
	Flüchtige Stoffe .					5,6183	0,4501	6,0685	13,7835
	Aſche . . .					0,5423	0,4050	0,9473	0,4125
						33,5 ℔	11 ℔	44,5 ℔	39,5 ℔
Mittel aller drei Tage.	Waſſer . .					28,0639	9,2246	37,2884	25,4997
	Flüchtige Stoffe .					5,6883	0,4139	6,1023	13,7497
	Aſche . . .					0,5811	0,3615	0,9426	0,4172
						34,3333 ℔	10 ℔	44,3333 ℔	39,6666 ℔

Aus dieſer Tabelle ergeben ſich rückſichtlich der Ernährungsverhältniſſe für den uns vorliegenden individuellen Fall folgende Schlüſſe:

1) An allen drei Tagen wurde durch den Koth eine weit größere Menge Waſſers, als durch den Harn entleert. Am erſten Tage verhielt die Waſſermenge des Urins zu der der Excremente ſich faſt gerade wie 1 : 4, am zweiten beinahe = 1 : 3, am dritten faſt wie 1 : 2,4. Dieſer Umſtand rührt offenbar davon her, daß hier in 24 Stunden eine weit größere Menge von Miſt als von Harn entleert wird. Bei dem Menſchen findet wegen der viel ſparſameren Excrementeausſonderung das Umgekehrte ſtatt. Legen wir die oben angeführten, von Dalton gefundenen Mittelzahlen zum Grunde, ſo enthalten 48,5 ℥ täglichen Urins à 93% 45,105 ℥ Waſſer und 5 ℥ Faeces à 75% 3,75 ℥ Waſſer. Es verhält ſich mithin die Waſſerquantität im Harn zu der in den Excrementen = 1 : 0,08. Es bleibt zu unterſuchen, ob vielleicht alle Pflanzenfreſſer ſich mehr den Verhältniſſen des Pferdes, die von animaliſcher oder gemiſchter Nahrung lebenden Geſchöpfe ſich mehr dem Menſchen in dieſer Beziehung annähern.

Digitized by Google

2) Trotz der ungleichen Schwankungen der Waſſermengen in Koth und Urin ſtieg die Totalquantität des Waſſers bis zu dem dritten ziemlich regelmäßig, faſt um 0,4 ℔. Die größte Differenz in der Menge des durch Excremente entleerten Waſſers betrug 0,7898 ℔. Das Maximum der Schwankung machte daher $^1/_{46}$ — $^1/_{47}$ des Minimums und $^1/_{47}$ — $^1/_{49}$ des Maximums der auf den genannten Wegen entleerten Waſſermenge aus. Der Unterſchied iſt verhältnißmäßig ſo klein, daß wir ohne Irrthum behaupten können, daß jeden Tag faſt eine definitiv beſtimmte Waſſermenge durch Koth und Urin abgingen.

3) Auf die Perſpiration kam immer weniger Waſſer, als auf Stuhl und Excremente. Am erſten Tage verhielt ſich die Waſſerquantität der Perſpiration zu der Summe der Waſſermengen von Excrementen und Urin = 1:1,42; am zweiten = 1:1,46 und am dritten Tage = 1:1,50; im Mittel = 1:1,46. Wir können alſo im Allgemeinen annehmen, daß die ſenſiblen Ausleerungen ungefähr ½ mal mehr Waſſer abführten, als auf Rechnung von Haut- und Lungenausdünſtung und die Perſpiration überhaupt kam. Berückſichtigen wir die Summe des in 24 Stunden eingenommenen Waſſers, ſo wurden am erſten Tage 0,588, am zweiten 0,594 und am dritten 0,600, im Mittel 0,594 durch Koth und Urin ausgeſchieden, während 0,412; 0,406; 0,398; im Mittel 0,405 — 0,406 auf die Perſpiration kamen. Es fielen alſo ungefähr $^3/_5$ des eingenommenen Waſſers auf die ſenſiblen Ausleerungen, $^2/_5$ auf die Perſpiration.

4) Im Verhältniß zum mittlern Körpergewicht betrug die täglich eingenommene Waſſermenge beinahe $^1/_{14}$. Von dieſer ging dann den erſten Tag faſt $^1/_{29}$ durch den Koth, $^1/_{115}$ durch den Urin und faſt $^1/_{35}$ durch die Perſpiration, den zweiten Tag $^1/_{30}$ durch die Excremente, $^1/_{22}$ durch den Harn und zwiſchen $^1/_{33}$ und $^1/_{34}$ durch die Perſpiration, am dritten Tage $^1/_{32}$ durch den Miſt, $^1/_{76}$ — $^1/_{77}$ durch den Urin und $^1/_{35}$ — $^1/_{34}$ durch die Perſpiration, alſo im Mittel $^1/_{22}$ — $^1/_{23}$ durch Koth und Urin und $^1/_{33}$ — $^1/_{34}$ durch die Perſpiration ab.

5) Bei der großen Quantität entleerten Miſtes wurden, abgeſehen von ſeiner größern Menge feſten Rückſtands, mehr feuerflüchtige organiſche Stoffe, als durch den Harn entfernt. Die feuerflüchtigen Elemente des feſten Rückſtands des letztern verhielten ſich zu den gleichen Materien der Excremente am erſten Tage = 1:17,06, am zweiten = 1:12,24 und am dritten = 1:12,75; im Mittel = 1:14,02.

6) Durch die Perſpiration gingen immer mehr als das Doppelte und bedeutend weniger, als das Dreifache von organiſchen feuerflüchtigen Elementen hinweg. Am erſten Tage verhielten ſich die der ſenſiblen Ausleerungen zu denen der Perſpiration = 1:2,21; am zweiten = 1:2,40; am dritten = 1:2,15; im Mittel = 1:2,25. Als annähernde Zahlen können wir annehmen, daß $^7/_{10}$ der durch die Nahrungsmittel eingenommenen feuerflüchtigen Elemente durch die Perſpiration (vor allem durch die Athmung) und nur $^3/_{10}$ durch Koth und Urin davon gingen.

7) Die täglich eingenommenen feuerflüchtigen organiſchen Stoffe betrugen $^1/_{42}$ — $^1/_{43}$ des mittlern Körpergewichts. Durch den Koth wurden am erſten Tage $^1/_{145}$ — $^1/_{146}$, am zweiten $^1/_{157}$ — $^1/_{159}$, am dritten Tage $^1/_{146}$ — $^1/_{147}$, im Mittel $^1/_{149}$ — $^1/_{150}$, durch den Harn am erſten Tage faſt $^1/_{249}$, am zweiten $^1/_{192}$ — $^1/_{195}$, am dritten $^1/_{185}$ — $^1/_{186}$, im Mittel $^1/_{208}$ — $^1/_{209}$ und durch die Perſpiration am erſten Tage $^1/_{62}$, am zweiten $^1/_{60}$, am dritten faſt $^1/_{63}$, im Mittel beinahe $^1/_{62}$ der Körperſchwere feuerflüchtige organiſche Elemente entleert.

8) Obwohl die Aschenprocente des Harns mehr oder minder annähernd noch ein mal so groß, als die der Excremente sind, so compensirte die größere Menge des täglich entleerten Kothes dieses Verhältniß in dem Grade, daß immer durch den Mist mehr feuerbeständige Salze, als durch den Harn abgingen. Wir werden in der Folge sehen, daß dieses vorzugsweise durch die in den Nahrungsmitteln enthaltene Kieselsäure und kieselsauren Verbindungen bedingt wird. Es verhielt sich die Aschenmenge des Harns zu der der Excremente am ersten Tage = 1 : 2,40, am zweiten = 1 : 1,43, am dritten Tage = 1 : 1,26, im Mittel = 1 : 1,69. Die Quantität der Excrementasche schwankte weniger, als die des Urins. Bei der erstern beträgt die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum nur 0,0945 ℥ = 3,024 Loth; bei der letztern dagegen 0,1720 ℥ = 5,504 Loth.

9) Obwohl viel weniger Aschenbestandtheile auf die Perspiration, als auf die sensiblen Ausleerungen kommen, so ist doch die Menge der Perspirationsasche höchst bedeutend. Was zunächst das Verhältniß der letztern zu der Totalsumme der Aschen der Excremente und des Urins betrifft, so war es am ersten Tage fast = 1 : 2,18, am zweiten = 1 : 1,86, am dritten Tage fast = 1 : 2,90, im Mittel = 1 : 2,31. Wir können daher als ungefähren Schätzungswerth annehmen, daß im Mittel von 10 Theilen der durch die Nahrungsmittel eingenommenen feuerbeständigen Elemente, 7 durch Koth und Urin und 3 durch die Perspiration fortgingen.

10) In der täglichen Ration des Heus betrug das Verhältniß der Asche zu den feuerflüchtigen Elementen = 1 : 13,67, in der des Hafers = 1 : 27,08, und in der Summe aller eingenommenen Stoffe = 1 : 14,59. Am ersten Tage haben wir im Kothe = 1 : 8,84, im Harne 1 : 1,24, in der Totalsumme beider = 1 : 6,61, in der Perspiration = 1 : 32,07, am zweiten Tage in den Excrementen = 1 : 10,36, im Harne = 1 : 1,21, in der Totalsumme beider = 1 : 6,60, in der Perspiration = 1 : 29,45, am dritten Tage in dem Miste = 1 : 10,35, im Urine = 1 : 1,02, in der Totalsumme beider = 1 : 6,23, in der Perspiration = 1 : 38,81. Hieraus erhellt, daß immer eine zwar absolut bedeutende, aber relativ sehr geringe Aschenmenge für die Perspiration kam. (Den Mittelwerthen nach = 1 : 32,95, also 3,03% der vollkommen wasserfreien organischen Masse.)

11) Halten wir uns an die gefundenen Mittelzahlen, so besaßen die sensiblen Ausleerungen im Mittel 84,11% Wasser, 13,76% feuerflüchtige Elemente und 2,13% Asche; die Perspiration dagegen 64,28% Wasser, 34,67% feuerflüchtige Elemente und 1,05 Asche, während auf die tägliche Ration der eingenommenen Nahrungsmittel im Ganzen 74,75% Wasser, 23,63% feuerflüchtige Elemente und 1,62% Asche kamen. Hieraus ergiebt sich das Resultat, daß die Procente des Wassers, der flüchtigen Elemente und der Aschen der Nahrungsmittel die Mittel zwischen den Procenten der gleichen Theile der sensiblen Ausleerungen und der Perspiration hielten, daß aber in den sensiblen Excretionen der Abgang des Wassers und der Aschenbestandtheile, in der Perspiration dagegen der der feuerflüchtigen Elemente vorherrschender war. Auf den Zusammenhang der letzteren Punkte mit den Respirationsverhältnissen werden wir in der Folge zurückkommen.

12) Vergleichen wir endlich die einzelnen Tage unter einander, so zeigen uns die Wassermengen in der Perspiration eine allmälige Verminderung, deren Maximum ungefähr 0,79 ℥ = 25,28 Loth beträgt. Da das Thier fast durchgehends eine feuchte Haut hatte, so kommt diese Differenz vielleicht größtentheils oder gänzlich auf Rechnung der Hautausdünstung.

Ein anschaulicheres Resultat gewährt uns die Betrachtung der Aschenmengen. Nehmen wir die Summe der Aschen der sensiblen Excretionen, so finden wir die des ersten Tags = 0,9332 ℔ = 29,8624 Loth; die des zweiten dagegen nur = 0,8839 ℔ = 28,2848 Loth; dafür die des dritten = 1,0107 ℔ oder 32,3424 Loth. Ziehen wir das Mittel aus allen drei Tagen, so haben wir 0,9426 ℔ = 30,1632 Loth. Das Mittel des zweiten und des dritten Tags giebt 0,9473 ℔ = 30,3136 Loth. Wir sehen hieraus, daß die Aschenmenge des ersten Tags, das Mittel aller drei Tage und das des zweiten und des dritten Tags einander sehr nahe kommen und nicht einmal um ½ Loth in Maximo differiren. Forschen wir den Ursachen der ungleichen Vertheilung der Aschenmengen am zweiten und dritten Tage nach, so wurden am zweiten Tage 0,1386 ℔ Asche durch die Excremente weniger als am ersten Tage ausgeleert. Für diesen Verlust fand aber durch den Harn nur eine Compensation von + 0,0893 ℔ statt. Am dritten Tage enthielten die Excremente nur 0,0945 ℔ weniger Asche als am ersten Tage. Dafür aber betrug die Compensation durch den Urin 0,1720 ℔. Es ließe sich vielleicht glauben, daß die in dem Urine des dritten Tages enthaltene Fällung von kohlensaurem Kalke, die wir oben angeführt haben, die Ursache des größern Aschenreichthums war. Allein eine genauere Betrachtung lehrt bald, daß die Differenz mehr auf Rechnung der Quantität des ausgeleerten Harns, als auf die Procentgehalte der Aschen kam.

Als ein nicht unnützes Supplement dieser Untersuchungen erschien es mir ungefähr zu bestimmen, in welchem Verhältnisse die aufgenommenen, die durch Urin und Stuhl ausgeschiedenen und die der Perspiration anheimfallenden Mengen von Wasser, feuerflüchtigen organischen Stoffen und von Asche zu den drei gleichen Bestandtheilen des Körpers stehen. Zu diesem Zwecke wurde, da mir im Augenblicke kein frisches 4jähriges Pferd zu Gebote stand, bei einem 10jährigen von folgenden Theilen das Wasser, der feste Rückstand und zum Theil die Asche bestimmt:

13,642 Grm. frischen, arteriellen, noch nicht geronnenen Bluts gaben 2,779 Grm. = 20,37% festen Rückstands. 2,466 Grm. des letztern hinterließen 0,099 Grm. = 4,02% einer fast rostfarbenen Asche. — 4,222 Grm. mit Luft gefülltes Zellgewebe aus der Leistengegend erzeugten 0,854 Grm. = 20,23% festen Rückstands, von welchem 0,750 Grm. 0,036 Grm. = 4,80% einer röthlich gelben Asche hatten. — 5,387 Grm. reiner Muskelsubstanz aus dem Splenius capitis gaben 1,311 Grm. = 24,34% festen Rückstands, welcher 0,054 Grm. = 4,12% weißer Asche erzeugte. — 8,024 Grm. Sehne des M. tibialis anticus hinterließen 2,652 Grm. = 33,05% Rückstand. 1,312 Grm. von diesem gaben 0,029 Grm. = 2,21% Asche. — 10,797 Grm. Ligamentum patellae hatten 3,314 Grm. = 30,70% Rückstand. 1,087 des letztern gaben 0,017 Grm. = 1,57% gelblich weißer Asche. — 9,674 Grm. Ligamentum nuchae gaben 3,477 Grm. = 35,95% trocknen Rückstands. — 7,850 Grm. Lebersubstanz hatten 2,190 Grm. = 27,90% festen Rückstands. — 11,627 Grm. Ohrspeicheldrüse hatten 2,484 Grm. = 21,36% Rückstand. — 7,990 Grm. feuchten von der Beinhaut vollkommen gereinigten Rippenknochens gaben 6,835 Grm. = 85,54% trocknen Knochens. — 1,699 Grm. des letztern lieferten 0,896 Grm. = 52,74% Asche. Bei einer frühern Untersuchung[1]) kam ich auf 52,70%. — 12,893 Grm. Cartilago scapulae hinterließen 5,506 Grm. = 42,70% Rück-

[1]) Repert. III. 297.

stand. 1,992 Grm. von diesem gaben 0,104 Grm. = 5,22% Asche. — 15,335 Grm. Cartilago interarticularis genu gaben endlich 5,666 Grm.

Nach diesen Daten können wir nun folgende Procenttabelle entwerfen.

Bestandtheile.	Wasser.	Trockener Rückstand.	Feuerflüchtige Stoffe.	Asche.
1) Arterienblut	79,63	20,37	19,55	0,82
2) Zellengewebe der Leistengegend .	79,77	20,23	19,26	0,97
3) Musculus splenius capitis . .	75,66	24,34	23,33	1,01
4) Sehne des M. tibialis anticus .	66,95	33,05	32,32	0,73
5) Ligamentum patellae	69,30	30,70	29,22	0,48
6) Ligamentum nuchae	64,05	35,95	» » »	» » »
7) Lebersubstanz	72,10	27,90	» » »	» » »
8) Ohrspeicheldrüse	78,64	21,36	» » »	» » »
9) Rippenknochen	14,46	85,54	40,43	45,11
10) Cartilago scapulae	57,30	42,70	40,47	2,23

Gerber bestimmte das Gewicht des trockenen Skeletts eines 4 Jahre alten Pferdes von derselben Schulterhöhe, wie die des zum Versuche gebrauchten Thiers war, zu 50,8 Berner Pfund, während das trockene Skelett eines 10jährigen Thiers 64 ℔ wog [1]). Die Totalsumme der frischen Knochen eines 7—8jährigen weiblichen Pferdes (mit den Bändern) gab ihm 110 ℔. Natürlich findet hier ein sehr bedeutender Abgang für Feuchtigkeit, Fett, Blut, Bänder, Gelenkknorpel und Gelenkhäute statt. Nehmen wir nun an, daß die Knochensubstanz im frischen Zustande noch 14,46% Feuchtigkeit enthält, so haben wir für das Skelett des 4jährigen Pferdes nicht ganz 60 ℔. Schlagen wir die gesammte Blutmasse zu $^1/_{4,5}$ an, so betrug sie, da das Körpergewicht = 850 ℔ war, 189 ℔ [2]). Es würden dann circa 601 ℔ auf die übri-

[1]) Die Größen beider Skelette verhielten sich = 37 : 40. Hiernach hätte das Skelett des 10jährigen Thiers nur 55 Pfd. wiegen dürfen, wenn sich nicht mit zunehmendem Alter auch die Menge der Aschenbestandtheile in den Knochen vermehrte. Der daraus resultirende Ueberschuß betrug 9 Pfd.; also jährlich im Durchschnitte 1½ Pfd.

[2]) Es unterliegt mir kaum einem Zweifel, daß diese Blutzahl zu groß sei, ja um ein Bedeutendes den wahren Werth übertreffe. Daß nach Hales (Schultz, System der Circulation 1836. 8. S. 108) ein Pferd nach einem Verluste von 32 Pfund Blut sinkt (in einem von Gerber angestellten Versuche erfolgte dieses bei dem oben erwähnten 7 — 8jährigen Pferde bei 40 Pfund), beweis't natürlich nichts, da ein sehr bedeutendes Quantum Blut im Körper zurückbleibt und der Verblutungstod nur durch Lähmung des Gehirns erfolgt. Dagegen scheinen meine früheren Versuche über die Blutmenge darauf hinzudeuten, daß Pflanzenfresser ein geringeres Quantum Blut, als Fleischfresser haben. Ich sah mich aber genöthigt, in obiger Rechnung die für Hunde gefundene Zahl zum Grunde zu legen, weil dieses die approximativ sicherste ist. Nach einer wahrscheinlichen Schätzung dürfte das Pferd nur $^1/_6$ seines Körpergewichts Blut haben. Als Compensation dafür habe ich die Knochen nur zu 60 Pfund angeschlagen, damit der für die Weichtheile negativ zu bestimmende Werth, welcher die größte Zahl hat, möglichst gut herauskomme und die Endzahlen so einige Wahrscheinlichkeit erhalten. Jedoch sind in dem Werthe der letzteren die gegen 100 Pfund betragenden Excrementmassen, welche nach Gerber bei mäßiger Füllung in den Gedärmen ungefähr enthalten sind, bei den Weichtheilenwerthen mit eingerechnet.

gen Weichtheile, inclusive die Lymphe, den Chylus, die Ernährungsflüssigkeit, die Contenta des Darms, die Absonderungen u. dgl., kommen. Nehmen wir nun für diese Weichtheile als Wassergehalt, das Mittel der oben verzeichneten verschiedenen Weichgebilde (mit Ausnahme der Knorpel und Knochen) = 73,26 und bringen für sie im Durchschnitt 1% Asche in Rechnung, so haben wir:

Bestandtheile.	Knochen.	Blut.	Weichgebilde.	Totalsumme.
Wasser	8,67	150,50	440,29	599,46
Feuerflüchtige Stoffe	24,26	36,95	154,70	215,91
Asche	27,07	1,55	6,01	34,63
	60 ℔	189 ℔	601 ℔	850 ℔

Betrachten wir diese Werthe als mehr oder minder approximativ richtig, so würden sich folgende Punkte ergeben:

1) In den täglichen Nahrungsmitteln nahm das Thier $^1/_9$ — $^1/_{10}$ derjenigen Wassermenge, welche sein Gesammtkörper enthielt, ein, von diesem wurde, wenn wir uns an die oben gefundenen Mittel halten, $^1/_{21}$ — $^1/_{22}$ durch den Koth und beinahe $^1/_{65}$ durch den Harn entleert, während $^1/_{23}$ — $^1/_{24}$ auf die Perspiration kamen.

2) Die tägliche Ration enthielt $^1/_{10}$ — $^1/_{11}$ der Quantität organischer Stoffe, welche in dem Gesammtkörper enthalten sind. Es wurde dann $^1/_{38}$ — $^1/_{39}$ des Totalbetrags durch den Koth und $^1/_{521}$ — $^1/_{522}$ durch den Harn wieder entfernt. Auf die Perspiration kam somit $^1/_{15}$ — $^1/_{16}$ der Totalsumme der feuerflüchtigen organischen Stoffe. Sehen wir daher von den für die Secretionen gehörigen Mengen ab, so gehen in ungefähr 14 Tagen so viel organische Stoffe, als das Körpergewicht beträgt, mit Lungen- und Hautausdünstung davon.

3) In den täglichen Nahrungsmitteln waren $^1/_{25}$ — $^1/_{26}$ der in dem Gesammtkörper des Pferdes enthaltenen Aschenmengen vorhanden. Durch den Koth ging wieder $^1/_{59}$ — $^1/_{60}$, durch den Urin $^1/_{95}$ — $^1/_{96}$; für die Perspiration blieb $^1/_{83}$.

Hieraus folgt dann, daß das genannte 4jährige gesunde Pferd durch seine Nahrung binnen 9 — 10 Tagen so viel Wasser, innerhalb 10 — 11 Tagen so viele feuerflüchtige organische Stoffe und binnen 25 — 26 Tagen so viel Asche einnimmt, als sein Gesammtkörper Wasser, organische Stoffe und Asche enthält. Rücksichtlich des Wassers wird diese Menge durch den Koth binnen 21 — 22, durch den Urin binnen 65 und durch die Perspiration binnen 23 — 24 Tagen, hinsichtlich der feuerflüchtigen organischen Stoffe durch die Excremente innerhalb 38 — 39, durch den Harn innerhalb 521 — 522 und durch die Perspiration binnen 15 — 16 Tagen; endlich in Bezug auf die Aschenmengen durch den Koth binnen 59 — 90, durch den Urin binnen 95 — 96 und durch die Perspiration binnen 83 Tagen wieder abgeliefert.

Ehe wir nun zu der Untersuchung übergehen, wie viel von den einzelnen eingenommenen Stoffen auf Urin und Koth und auf die Perspiration kommt, müssen wir die hier gefundenen Resultate mit den Ergebnissen einer

ähnlichen Versuchsreihe von Bouſſingault vergleichen. Dieſer Chemiker [1]) beſtimmte ebenfalls bei einem Pferde, welches ſeit drei Monaten an dieſelbe tägliche Ration gewohnt war, die täglichen Einnahmen und die durch Koth und Urin erfolgenden Ausgaben. Seine Unterſuchung hatte vor allem einen elementaranalytiſchen Zweck, vorzüglich um zu beſtimmen, ob die Herbivoren den Stickſtoff der Luft aſſimiliren oder nicht. Da wir ſeine elementaranalytiſchen Angaben in der Folge noch brauchen werden, ſo wollen wir, obgleich ſich gegen die Exactität der Waſſer- und der Aſchenwerthe noch mehre, bald zu erwähnende Einwürfe machen laſſen, ſeine Ueberſichtstabelle hier wiederholen. Der Conformität wegen habe ich auch die Waſſermengen beſonders beſtimmt. Die Angaben ſind in Grm. für die Totalſumme aller drei Tage.

Beſtandtheile.	Trinkwaſſer.	Heu.	Hafer.	Totalſumme.
Waſſer	15986,7	1035	343	17364,7
Kohlenſtoff	» » »	2961	977	3938
Waſſerſtoff	» » »	323,2	123,3	446,5
Sauerſtoff	» » »	2502	707,2	3209,2
Stickſtoff	» » »	97	42,4	139,4
Aſche	13,3	581,8	77,1	672,2
	16000,0	7500,0	2270,0	25770,0

Beſtandtheile.	Excremente.	Harn.	Totalſumme.	Perſpiration.
Waſſer	10725	1028	11753	5611,7
Kohlenſtoff	1364,4	108,7	1473,1	2465
Waſſerſtoff	179,8	11,5	191,3	255,2
Sauerſtoff	1328,9	34,1	1363	1846,1
Stickſtoff	77,6	37,8	115,4	24,0
Aſche	574,6	109,9	684,5	— 12,3
	14250,3	1330,0	15580,3	10189,7

Die vorſtehende Tabelle iſt ganz nach den von Bouſſingault gefundenen Zahlen entworfen. Nur habe ich die Waſſermengen beſonders berechnet und das Ganze der Conformität wegen ſo geordnet, wie es oben bei der aus meiner Verſuchsreihe folgenden Tabelle geſchah.

Aus dieſen Erfahrungen folgt auf gleiche Art, wie aus den oben angeführten Beobachtungen, daß bei dem Pferde eine weit größere Menge Waſſer durch die Excremente, als durch den Harn entleert wird. Setzen wir die Menge des eingenommenen Waſſers = 1; ſo betrug hier die Quantität des durch die ſenſiblen Ausleerungen abgegangenen Waſſers 0,68, während auf die Perſpiration 0,32 kam. Die Waſſermenge iſt alſo hier für Excremente und Stuhl etwas größer, als für meine oben detaillirte Verſuchsreihe. Dieſes ließe ſich noch daraus erklären, daß, wie ſchon oben erwähnt wurde, das hier beobachtete Pferd faſt fortwährend eine ſehr feuchte

[1]) Annales de Chimie et de Physique. Tome LXI. 1839. p. 128 — 36.

haut hatte. Allein ein anderes von Bouſſingault ſowohl für das Pferd als für die Kuh gefundenes Reſultat kann unmöglich richtig ſein. Es ſoll nämlich die in Koth und Urin enthaltene Menge feuerbeſtändiger Elemente die Aſchenquantität der eingenommenen Nahrungsmittel übertreffen. Bei der eben angeführten Verſuchsreihe am Pferde betrüge dieſes Plus in 24 Stunden 12,3 Grm. d. h. 1,83% der Aſchenmenge der Nahrungsmittel. Bei der Kuh 31,6 Grm. d. h., da die Aſchenmenge der Nahrungsmittel = 889 Grm. war, 3,55%[1]). Man ſieht leicht, daß, wenn dieſes ſo fortgänge, ein Pferd ungefähr binnen 40, eine Kuh ungefähr binnen 16 Tagen 1 Pfd. Aſchenbeſtandtheile von ihrem Körper verlieren müßte. Der Verluſt müßte ſich aber noch vergrößern, da durch Hautabſchuppung, Schweiß, Hautausdünſtung, Lungenausdünſtung, viele Abſonderungen noch alkaliſche und erdige Salze und Metalloxyde davongehen. Bei dem Pferde glaube ich auch den wahrſcheinlichen Grund dieſer meiner Ueberzeugung nach irrthümlichen Anſicht wenigſtens andeuten zu können. Bei der von Bouſſingault angeſtellten Elementaranalyſe des Futterheues ergaben ſich zum Theil für den Waſſerſtoff und vorzüglich für den Kohlenſtoff Werthe, welche mit den von Liebig und Will gefundenen Zahlen mehr oder minder übereinſtimmen. Während nämlich Bouſſingault C 45,8% und H 5,0% hat, fanden Liebig und Will C 45,87% und H 5,76%. Dagegen kommen die beiden letzteren Chemiker auf 6,82%, ich auf 6,81%, Bouſſingault aber auf 9% Aſche. Allerdings iſt hieraus gar nichts zu deduciren, da ohne Zweifel in in dem in Gießen, Paris und Bern unterſuchtem Heue mehr oder minder verſchiedene auf differentem Boden erzogene Pflanzenarten enthalten waren. Allein auch bei dem Hafer zeigt ſich etwas Analoges. Vauquelin und Sauſſure haben 3,1%, ich 3,13%, Bouſſingault dagegen 4% Aſche. Allerdings ließe ſich auch dieſer Unterſchied nur auf Rechnung des Bodens, der Entwicklungszeit und der Menge der Spelzen bringen. Ich habe jedoch, als ich mich auf dieſe Unterſuchungen vorbereitete, ſechs Aſchenproben verſchiedenen, mehr oder minder ſpelzenreichen Hafers gebrannt, ohne daß ich je auf 4% gekommen wäre. Die Quantitäten ſchwankten von 2,88 — 3,70%. Es läßt ſich daher mit Recht fragen, ob nicht Bouſſingault zu große Aſchenprocente ſeinen Berechnungen zum Grunde gelegt habe[2]).

Was endlich die Totalſumme der organiſchen Stoffe betrifft, ſo betragen ſie in Bouſſingault's Verſuchsreihe in der eingenommenen Nahrung 7732,9 Grm., in den Excrementen 2950,7 Grm., in dem Urine 192,1 Grm. und in der Perſpiration 4590,3 Grm. (die Differenz von 3,2 Grm. liegt in den Detailberechnungen des Vf.). Hiernach verhielten ſich die durch die ſenſiblen Ausleerungen fortgegangenen organiſchen Stoffe zu denen der Perſpiration = 1 : 1,46. Setzen wir die feuerflüchtigen organiſchen Elemente

---

[1]) Annales de Chimie Vol. LXXI. p. 127.

[2]) Daß bei dem Hafer vorzüglich die Menge der Spelzen größere, die des Eiweißes geringere Aſchenquantitäten erzeuge, hat ſchon Sauſſure (a. a. O. S. 267 richtig bemerkt. Ob bei den zu großen Aſchenmengen von Bouſſingault noch folgender Umſtand von Einfluß war, bleibt dahingeſtellt; weil wahrſcheinlich nicht aller Urin aufgefangen worden war, ließ er den Stall, in welchem ſich das Thier während der Verſuchstage befand, waſchen, ſammelte dieſe Flüſſigkeit, verdampfte und veraſchte dieſelbe. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß hier ſehr heterogene Dinge mit hinzukamen.

der Nahrungsmittel = 1, so betrugen die der Excremente 0,38, die des Harnes 0,025 und die der Perspiration 0,595.

Eine andere dreitägige an einer milchgebenden Kuh angestellte Versuchsreihe hat Bouſſingault folgende (ebenfalls den obigen Verzeichnissen conform gemachte) Tabelle geliefert (die Zahlen bezeichnen wiederum Grammen):

Bestandtheile.	Trinkwasser.	Kartoffeln.	Nachheu.	Totalsumme.
Wasser	59950	10830	1185	71965
Kohlenstoff	» » »	1839	2974,4	4813,4
Wasserstoff	» » »	241,9	353,6	595,5
Sauerstoff	» » »	1830,6	2204	4034,6
Stickstoff	» » »	50	151,5	201,5
Asche	50	208,5	631,5	890
	60000	15000,0	7500,0	82500,0

Bestandtheile.	Milch.	Excremente.	Urin.	Totalsumme.	Perspiration.
Wasser	7388,4	24413	7239,2	39040,6	32924,4
Kohlenstoff	628,2	1712	261,4	2601,6	2211,8
Wasserstoff	99	208	25	332	263,5
Sauerstoff	321	1508	253,7	2082,7	1951,9
Stickstoff	46	92	36,5	174,5	27
Asche	56,4	480	384,2	920,6	— 30,6
	8539,0	28413	8200,0	45152,0	37348,0

Sehen wir von dem schon besprochenen Aschenresultate ab, so würden, wenn wir die in den Nahrungsmitteln enthaltene Wassermenge = 1 setzen, 0,10 durch die Milch, eben so viel durch den Harn, 0,34 durch die Excremente, und 0,46 durch die Perspiration entleert werden. Es verhielte sich also die Wassermenge der Perspiration zu der der sensiblen Ausleerungen = 1 : 1,12. Auch bei der Kuh ist also die durch die Excremente entleerte Wassermasse größer, als nicht nur diejenige, welche durch den Harn, sondern auch die, welche durch diesen und die Milch zusammengenommen, fortgeht, dagegen geringer, als die Quantität, welche die Perspiration fortführt. Die Zahlen nähern sich mehr den von mir bei dem Pferde gefundenen Werthen. Betrachten wir die Quantität der feuerflüchtigen organischen Elemente = 1, so kommen auf die Milch 0,11, auf die Excremente 0,36, den Harn 0,06 und die Perspiration 0,47. Die Perspirationszahl ist hier um ein Bedeutendes kleiner als bei dem Pferde — ein Umstand, welcher durch das Hinzutreten der Milchabsonderung leicht erklärlich wird, und auf den wir in der Folge noch zurückkommen werden.

Auffallend ist, wie bei diesem milchgebenden Thiere die Menge des Wassers und die der organischen Stoffe in dem Harne, ja der ganze Urin überhaupt geringer ausfällt. Da bis jetzt noch keine ähnliche Versuchsreihe bei einer andern, keine Milchabsondernden Kuh vorliegt, so läßt sich nur vermu-

thungsweise aussprechen, daß die geringere Menge Harn eine Compensation für die abgesonderte und ausgeleerte Milch sei.

II. Quantitäten der einzelnen Elemente der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile. — Da in meiner Versuchsreihe keine Elementaranalysen angestellt worden sind, so müssen wir zunächst auf die Beobachtungen von Boussingault, welche, wie wir sehen werden, in Betreff des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und des Sauerstoffs den Stempel der Richtigkeit an sich tragen, eingehen und hierauf die Verhältnisse des Menschen betrachten.

Zu diesem Zwecke müssen wir zuvörderst eine nach Boussingault's Daten berechnete procentige Tabelle aufstellen, und an diese eine zweite Tabelle, bei welcher die Summe der feuerflüchtigen organischen Bestandtheile = 100 gesetzt ist, anreihen.

Wir haben dann in 100 Theilen:

Bestandtheile.	Pferd.			
	Nahrungsmittel.	Excremente.	Harn.	Perspiration.
Wasser . . .	67,38	75,26	77,30	55,00
Kohlenstoff . .	15,29	9,57	8,17	24,16
Wasserstoff . .	1,73 30,01	1,26 20,71	0,87 14,44	2,50 45,00
Sauerstoff . .	12,45	9,33	2,56	18,10
Stickstoff . .	0,54	0,55	2,84	0,24
Asche . . .	2,61	4,03	8,26	» » »
	100,00	100,00	100,00	100,00
Totalsumme der organ. Stoffe .	30,01	20,71	14,44	45,00

Bestandtheile.	Kuh.				
	Nahrungsmittel.	Milch.	Excremente.	Harn.	Perspiration.
Wasser . . .	87,23	86,53	85,92	88,28	88,08
Kohlenstoff . .	5,83	7,35	6,03	3,19	5,92
Wasserstoff . .	0,72 11,69	1,16 12,81	0,73 12,39	0,31 7,05	0,71 11,92
Sauerstoff . .	4,90	3,76	5,31	3,10	5,22
Stickstoff . .	0,24	0,54	0,32	0,45	0,07
Asche . . .	1,08	0,66	1,69	4,67	» » »
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Totalsumme der organ. Stoffe .	11,69	12,81	12,39	7,05	11,92

Setzen wir in jeder einzelnen Rubrik die Summe aller organischen Bestandtheile = 100, so haben wir:

Bestandtheile.	Pferd.			
	Nahrungsmittel.	Excremente.	Harn.	Perspiration.
Kohlenstoff . . .	50,93	46,24	56,59	53,70
Wasserstoff . . .	5,77	6,09	5,98	5,56
Sauerstoff . . .	41,49	45,04	17,75	40,22
Stickstoff	1,81	2,63	19,68	0,52
	100,00	100,00	100,00	100,00

Bestandtheile.	Kuh.				
	Nahrungsmittel.	Milch.	Excremente.	Harn.	Perspiration.
Kohlenstoff . . .	49,90	57,42	48,64	45,34	49,66
Wasserstoff . . .	6,18	9,05	5,91	4,33	5,94
Sauerstoff . . .	41,83	29,33	42,84	44,00	43,80
Stickstoff	2,09	4,20	2,61	6,33	0,60
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Aus der ersten Tabelle ersehen wir zunächst, daß bei dem Pferde Koth und Urin mehr, die Perspiration dagegen weniger Wasserprocente als die Nahrungsmittel hatten. Bei der Kuh stellt sich eine sehr auffallende Analogie der Wasserprocente der Nahrungsmittel, der Milch, des Kothes, des Harns und der Perspiration heraus. Bei beiden Thieren sind die Differenzen der Wasserprocente zwischen Urin und Excrementen so gering, wie man kaum a priori erwarten könnte. (Bei dem Menschen dagegen fallen die Unterschiede, wie schon erwähnt worden, viel bedeutender aus.)

Bei dem Pferde kommt der größte Procentgehalt der Totalsumme der organischen Stoffe auf die Perspiration, der geringste auf den Urin und die Mittelzahl auf die Excremente. Bei der Kuh hat zwar auch der Urin das Minimum, allein die Perspiration wird von dem Kothe, und dieser von der Milch etwas übertroffen, so daß diese nicht bloß auf vorzugsweise Wasser- und Stickstoffausscheidung, sondern mehr auf die Excretion von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff oder von Fettelementen berechnete Secretion den größten Procentgehalt der organischen Stoffe überhaupt hat. Die Nahrung der Kuh ist um Vieles wasserreicher als die des Pferdes. Alle ihre untersuchten Se- und Excrete zeigen den analogen Gehalt an Wasser und auch an organischen Stoffen. Vorzugsweise auffallend ist die Parallele, welche sich gerade hier zwischen Nahrung und Perspiration ziehen läßt.

Endlich bestätigt uns die erste Tabelle dasjenige, was schon früher rücksichtlich der Aschengehalte bemerkt worden. Sowohl in Betreff der Excremente als des Urins kommt Bousſingault auf weit größere Zahlen, als sich bei meiner Versuchsreihe ergeben.

Die Excremente sind immer reicher an Kohlenstoff- und Wasserstoff-, und ärmer an Stickstoffprocenten, als der Urin. Höchst wahrscheinlich liegt die Ursache dieses Umstandes in der Beimischung von Galle oder unlöslichen und unresorbirten Gallenstoffen zu dem Kothe einerseits, und in der Anwesenheit von Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure und dgl. im Urin anderseits. Die

Milch zeichnet ſich durch größere Procente von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff aus. Im friſchen Zuſtande ſind ihre Stickſtoffprocente noch größer, als die der Excremente und des Urins, während ihre Sauerſtoffprocente zwiſchen beiden in der Mitte ſtehen.

Von großer Wichtigkeit iſt es, die Miſchungsverhältniſſe der Perſpiration in Bezug auf Nahrungsmittel und Excreta zu betrachten. In der That erlauben auch die obigen Tabellen eine Deduction, welche zu einem eigenthümlichen Reſultate führt. Was unter der Rubrik Perſpiration angeführt worden, geht zu ſeinem größten Theile entweder ſelbſt oder in Aequivalenten durch Lungen- und Hautausdünſtung wieder davon. Das Waſſer tritt wahrſcheinlich direct als wäſſrige Lungenausdünſtung, als Hautdampf und als Schweiß ab. Die organiſchen Stoffe verwandeln ſich in Kohlenſäure und Waſſer. Da aber in ihnen conſtant viel weniger Sauerſtoff vorhanden iſt, als nöthig wäre, um aus ſich heraus allen Kohlenſtoff in Kohlenſäure, und allen Waſſerſtoff in Waſſer zu verwandeln, ja um ſelbſt nur Eine dieſer Metamorphoſen zu erzeugen, ſo wird zu dieſem Zwecke der durch den Athmungsact in das Blut eingeführte Sauerſtoff zu Hülfe gerufen. Bei dem Pferde erforderten die 24,16% Kohlenſtoff zu dieſem Zwecke 63,21% Sauerſtoff, und die 2,50% Waſſerſtoff 20,04% Oxygen. Da aber nun an und für ſich in der Perſpirationsmaterie 18,10% Sauerſtoff vorhanden ſind, ſo mußten ungefähr 65,15% des Reſpirationsſauerſtoffs entlehnt werden. Bei der Kuh bedürfen die 5,92% Kohlenſtoff 15,48% und die 0,71% Waſſerſtoff 5,69% Sauerſtoff. Da jedoch von dieſem nur 5,22% vorhanden ſind, ſo mußten 15,95% von Außen entnommen werden. Eine klarere Anſchauung erhalten wir aber, wenn wir für die beiden Perſpirationsmaterien chemiſche Formeln aufzuſtellen ſuchen. Wir haben dann:

Perſpiration.

Beſtandtheile.	Pferd. Gefunden.	Atome.	Berechnet.	Kuh. Gefunden.	Atome.	Berechnet.
C . . .	53,70	18	54,43	49,66	15	50,19
H . . .	5,56	22	5,48	5,94	20	5,46
O . . .	40,22	10	39,56	43,80	10	43,77
N . . .	0,52	0,15	0,53	0,60	0,15	0,58
	100,00	» » »	100,00	100,00	» » »	100,00

Kommen zu der Perſpirationsformel des Pferdes $= C_{15}\ H_{22}\ O_{10}\ N_{0,15}$; 37 Atome Sauerſtoff hinzu, ſo haben wir dann $C_{15}\ O_{36} + H_{22}\ O_{11} + N_{0,15} =$ 18 Atome Kohlenſäure + 11 Atome Waſſer + $N_{0,15}$. Treten zu der Perſpirationsformel der Kuh $= C_{15}\ H_{20}\ O_{10}\ N_{0,15}$ 30 Atome Sauerſtoff hinzu, ſo haben wir $C_{15}\ O_{30} + H_{20}\ O_{10} + N_{0,15} =$ 15 Atome Kohlenſäure + 10 Atome Waſſer + $N_{0,15}$. —

Merkwürdig iſt es, wie nahe beide obigen Perſpirationsformeln der Formel der Milchſäure ſtehen. Wir haben bei dem Pferde:

Perſpiration des Pferdes . . $= C_{18} H_{22} O_{10} N_{0,15}$
Addiren wir hierzu
1 Atom Waſſer . . . . . $= H_2 O_1$
1 Atom Sauerſtoff . . . . $= O_1$

ſo haben wir . . $C_{18} H_{24} O_{12} N_{0,15}$
$= 3 (C_6 H_8 O_4) + N_{0,15}$
$= 3$ Atome Milchſäure $+ N_{0,15}$

Noch ungezwungener läßt ſich dieſelbe Deduction aus der Perſpirationsformel der Kuh machen. Wir haben nämlich:

Perſpiration der Kuh $= C_{15} H_{20} O_{10} N_{0,15}$
$= 2½ (C_6 H_8 O_4) + N_{0,15}$
$= 2¼$ Atome Milchſäure $+ N_{0,15}$.

Auf dieſe Deduction werden wir übrigens in dem dritten Theile dieſes Artikels wieder zurückkommen.

Es iſt zu bedauern, daß wir bisjetzt noch keine Elementaranalyſe der noch nicht chemiſch zerlegten friſchen Galle und der in dem ſauren Verdauungsſafte unlöslichen Beſtandtheile derſelben haben. Sonſt ließe ſich aus der Formel derſelben mit Vergleichung der Formeln der Nahrungsmittel und der Excremente nicht nur die Natur der letzteren klarer einſehen, ſondern auch durch indirecte Rechnung herausbringen, wie viel Galle den Excrementen in 24 Stunden beigemiſcht und nicht wieder reſorbirt wird. Die Hauptfrage bleibt nun, wie viel des Kohlenſtoffs, des Waſſerſtoffs, des Sauerſtoffs und des Stickſtoffs der Nahrungsmittel durch Excremente und Urin entleert wird und wie viel von ihnen auf die Perſpiration kommt. Um über dieſe Punkte Aufſchlüſſe zu erhalten, müſſen wir die Totalquantität eines jeden der Elemente der Nahrungsmittel $= 100$ ſetzen und auf dieſe Größe die einzelnen Quantitäten derſelben in den Excrementen, dem Urin (der Milch) und der Perſpiration reduciren. Wir erhalten dann

Beſtandtheile.	Pferd.			
	Nahrungsmittel.	Excremente.	Urin.	Perſpiration.
Kohlenſtoff . . .	100	34,65	2,76	62,59
Waſſerſtoff . . .	100	40,27	2,57	57,16
Sauerſtoff . . .	100	41,41	1,06	57,53
Stickſtoff	100	55,67	27,12	17,21

Beſtandtheile.	Kuh.				
	Nahrungsmittel.	Milch	Excremente.	Harn.	Perſpiration.
Kohlenſtoff . . .	100	13,05	35,57	5,43	45,95
Waſſerſtoff . . .	100	16,63	34,92	4,20	44,25
Sauerſtoff . . .	100	7,95	37,38	6,29	48,38
Stickſtoff	100	22,83	45,66	18,11	13,40

Digitized by Google

Bei Aufstellung dieser Tabelle ist freilich auf die Secretionen keine Rücksicht genommen worden. Die Zahlen gelten unter der Voraussetzung, daß alle Elemente der Nahrungsmittel (bei dem Gleichbleiben des Körpergewichts) wieder ausgeschieden werden. Die ganze Supposition bleibt richtig, weil dieselbe Fütterungsration schon längere Zeit vor dem Versuche verabfolgt worden und sich bei einem gesunden Thiere ein ziemlich gleichförmiger Gang der Se- und Excretionen voraussetzen läßt.

Wir wollen nun die einzelnen Grundstoffe der Reihe nach durchgehen:

1) Kohlenstoff. — Bei dem Pferde sowohl, als bei der Kuh ging der größte Theil des in den Nahrungsmitteln enthaltenen Kohlenstoffs durch die Perspiration, bei dem erstern ungefähr 62½ %, bei der letztern ungefähr 46% davon. Dieses Verhältniß ist kein zufälliges, sondern findet allgemein bei Menschen, Säugethieren und Vögeln statt. Immer führt, wie sich behaupten läßt, die Athmung, indem sie durch den Sauerstoff der Luft die Erzeugung von Kohlensäure bedingt, die größte oder wenigstens eine sehr große Quantität von Carbon hinweg. Wahrscheinlich steht diese mit der Größe des Athmungsprocesses und der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs in directer Beziehung, so daß z. B. ein Vogel auf diesem Wege mehr Kohlenstoff ausscheidet, als ein Säugethier, ein in Bewegung begriffener und in freier Luft befindlicher Mensch mehr, als ein in dem Zimmer ruhender, ein Kind mehr, als ein Erwachsener. Auch werden wir bald sehen, daß das Quantum der übrigen Ausscheidungen wahrscheinlich hierauf von Einfluß ist. Die Kohlenstoffmenge, welche mit den Excrementen entfernt wird, steht sich bei beiden Thieren ziemlich gleich, bei dem Pferde ungefähr 34½ %, bei der Kuh 35½ % des Carbons der eingenommenen Nahrungsmittel. Ob diese Aehnlichkeit beider Zahlen eine zufällige sei oder auf einem tiefern Gesetze beruhe, müssen künftige Erfahrungen lehren. Jedenfalls ist dieser bedeutende Kohlenstoffgehalt der Excremente der Pflanzenfresser sehr auffallend. Hier sind folgende Fälle möglich. 1) Er rührt von den unverdaut abgehenden vegetabilischen Stoffen, 2) oder von den beigemischten galligten, nicht wieder resorbirten Bestandtheilen, oder 3) von beiden Ursachen her. Das Letztere dürfte das Wahrscheinlichste sein.

Obgleich der Harn an und für sich nicht kohlenstoffarm ist (bei dem Pferde hat er 56,59 %, bei der Kuh 45,14 % Carbon) so werden doch durch denselben die kleinsten Quantitäten des Kohlenstoffs (bei dem Pferde nur 2,76 %, bei der Kuh 5,43 % des Carbons der eingenommenen Nahrungsmittel) entleert. Es ging also bei dem Pferde durch den Koth das 12fache, durch die Perspiration das 26fache, bei der Kuh durch die Excremente beinahe das 7fache, durch die Perspiration das 8 — 9fache an Kohlenstoff, von dem was der Harn ausschied, ab.

Zu einer eigenen Betrachtung geben die Verhältnisse der Kuh Veranlassung. Wir sehen, daß das neue Hauptsecret, welches hier auftritt, die Milch, ein nicht unbedeutendes Quantum Carbon (13,05 % des Kohlenstoffs der Nahrungsmittel) abführt. Nichts desto weniger ist die mit den Excrementen weggehende Menge Kohlenstoff hier noch um eine geringe Menge bedeutender, als bei dem Pferde. Auch durch den Harn wurde mehr Carbon entleert. Beide Plus fallen auf die Perspiration. Denn während diese bei dem Pferde 62,59 % beträgt, macht sie bei der Kuh nur 45,95 % aus. Es compensirt sich also der durch die Milch und den Harn entstehende Ausfall nicht auf Kosten der Excremente, sondern auf die der Perspiration.

Aus diesen das Pferd und die milchgebende Kuh betreffenden Erfah-

Digitized by Google

rungen erhellt der wahrscheinlich allgemeiner geltende Satz, daß die erste und vorzüglichste Abführungsquelle des durch die Nahrungsmittel eingenommenen Kohlenstoffs die Perspiration ist. Den zweiten Canal bilden die Excremente, und zwar wahrscheinlich vorzugsweise durch Theile und Stoffe, welche den Verdauungscanal mehr oder minder unversehrt durchlaufen. Durch den Harn wird die geringste Quantität Carbon abgeführt. Bei der milchgebenden Kuh enthält die entleerte Milch das Zwei- bis Dreifache des durch den Harn, den zweiten bis dritten Theil des durch die Excremente und den dritten bis vierten Theil des durch die Perspiration entfernten Carbons.

2) Wasserstoff. — Hier kehren zum Theil ähnliche Verhältnisse, wie bei dem Kohlenstoff, wieder. Das größte Quantum Hydrogen (bei dem Pferde 57,16%, bei der Kuh 44,25% des Wasserstoffs der eingenommenen Nahrungsmittel) geht in die Perspirationsmaterie über. Der dieser Menge zunächst stehende größte Werth (40,27% bei dem Pferde, 34,92 bei der Kuh) fällt auf die Excremente. Die Urine beider Thiere entleeren die geringsten Mengen Wasserstoff. Bei dem Pferde wird wieder weniger (2,57%), als bei der Kuh (4,20%) auf diesem Wege abgeführt. Auch darin stellt sich eine Parallele mit dem Kohlenstoffe heraus, daß die der Milch angehörenden 16,63% Hydrogen zu einem großen Theile auf Kosten der Perspirationsmaterie geliefert werden.

Wir können daher für diese grasfressenden Thiere den Satz aufstellen, daß, wie bei dem Kohlenstoffe, die größte Menge des eingenommenen Wasserstoffs durch die Perspiration, eine nächst größere, sehr bedeutende Quantität durch die Excremente und eine verhältnißmäßig geringe Summe durch den Harn wieder entfernt wird. Ist eine reichliche, nicht wasserstoffarme Secretion, wie die Milch, vorhanden, so fällt die dadurch entstehende Hydrogendifferenz vorzugsweise auf die Perspiration und zum Theil auf die Excremente, nicht aber auf den Harn. Der letztere entleerte bei dem Pferde ungefähr den sechszehnten Theil desjenigen Hydrogens, welcher durch die Excremente, und den zwei- bis dreiundzwanzigsten Theil desjenigen, was durch die Perspiration abgeht. Bei der Kuh trat durch die Milch beinahe viermal, durch die Excremente acht- bis neunmal und durch die Perspiration zehn- bis eilfmal so viel Wasserstoff, als durch den Harn heraus.

3) Sauerstoff. — Auch hier fallen das Maximum auf die Perspiration, die nächst größere Zahl auf die Excremente und die Minima auf (die Milch und) den Harn. Bei dem Pferde werden fast dieselben relativen Mengen Sauerstoffs, wie Wasserstoffs durch Perspiration und Excremente entleert. Denn wir haben in den ersteren $O = 57{,}53$, $H = 57{,}16$; in den letzteren $O = 41{,}41$, $H = 40{,}27$. Der Urin dagegen führt nicht nur am wenigsten Oxygen ab, sondern entleert von diesem Stoffe verhältnißmäßig weniger, als von Kohlenstoff und Wasserstoff, da $O = 1{,}06$, H dagegen $= 2{,}57$ und $C = 2{,}76$ betrug. Wie bei der Kuh die Perspiration auf Kosten der Milchabsonderung geringer ist, so ist zwar die auf diesem Wege entleerte Menge Sauerstoffs geringer als bei dem Pferde (bei diesem $O = 57{,}53$, bei der Kuh $= 48{,}38$); allein die Perspiration der Kuh führt relativ mehr Sauerstoff ab und bedarf, wie auch schon die oben entwickelte Formel beweis't, daher etwas weniger Sauerstoff der Luft, um Kohlensäure und Wasser zu bilden.

Bei dem Pferde entfernten die Excremente das Neunundreißigfache, die Perspiration das Vier- bis Fünfundfunfzigfache des Sauerstoffs, welcher durch den Harn abging. Bei der Kuh entleerte der Harn ungefähr

⅓ weniger Oxygen als die Milch, und beinahe ⅒ der Totalquantität des in den Excrementen und nicht ganz ⅛ der Summe des in der Perspiration enthaltenen Sauerstoffs.

4) Stickstoff. — Hier ändern sich die Verhältnisse sogleich. Von vorn herein ist der procentige Gehalt der Nahrungsmittel der beiden grasfressenden Thiere an Nitrogen sehr gering, bei dem Pferde 0,54% der Totalquantität der Speisen und Getränke, und 1,81% der in diesen enthaltenen organischen Stoffe, bei der Kuh 0,24% der Totalsumme der Nahrungsmittel und 2,09% der in diesen enthaltenen organischen Substanzen. Allein selbst diese geringen Mengen vertheilen sich (abgesehen von der Schwierigkeit, den Stickstoff bei Elementaranalysen dem Volumen nach scharf zu bestimmen, und abgesehen davon, daß bei kleineren Grundsummen kleine Quantitätsirrthümer, große Procentirrthümer bedingen) ganz anders. Das Maximum fällt bei beiden Thieren auf die Excremente (bei dem Pferde 55,67%, bei der Kuh 45,66% des Stickstoffs der eingenommenen Nahrungsmittel), und mehr als die Hälfte davon auf den Harn (bei dem Pferde 27,12%, bei der Kuh 18,11%). Das Minimum ging durch die Perspiration, wahrscheinlich nicht sowohl durch Lungen- und Hautausdünstung, als durch die Hautabschuppung, die Häutung der Epithelien, den Nasenschleim, Mundschleim, die Thränen und andere Absonderungen hinweg. Zieht man die kleinen Mengen organischer Stoffe, welche durch Harn überhaupt entleert werden, in Betracht, so bestätigt sich auch hier seine vorzugsweise Bestimmung, aus dem Blute reichliche Stickstoffproducte abzuführen. Was die Excremente betrifft, so haben wir in ihnen eine Mischung von unverdaueten Nahrungsmitteln und Residuen von Galle und Darmschleim; weßhalb in ihnen die bedeutendsten Stickstoffmengen seien, läßt sich nicht direct angeben. Das Nächste wäre anzunehmen, daß eine bedeutende Masse Stickstoff enthaltender Substanzen unverdaut durch den Darm hindurchgehen. Man könnte sich aber auch denken, daß ein Theil des Nitrogens von Gallenstoffen herrührt. Stellt man sich nämlich vor, daß die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Gallenbestandtheile, wie die Cholsäure, das Cholestearin und dergl. in das Blut aufgenommen werden, um zur Bildung von Kohlensäure und Wasser beizutragen, so müßte ein Residuum von stickstoffhaltigen Producten, welche so den Stickstoffgehalt der Excremente vermehren könnte, bleiben. Bei der milchgebenden Kuh fällt der bedeutende Abgang von Stickstoff, welcher durch die Milch stattfindet (22,83%), vorzüglich theils auf den Harn, theils auf die Excremente, während, wie wir gesehen haben, der Kohlenstoff, der Wasserstoff und der Sauerstoff mehr der Perspiration in Abzug gebracht zu werden schienen.

Von den Gewichtsmengen der vier Elementarstoffe der Speisen gehen also die größten Mengen des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und des Sauerstoffs durch die Perspiration, die nächst größere Quantität derselben, so wie, wenn keine andere stickstoffreiche bedeutende Secretion vorhanden ist, die absolut größere Menge des Stickstoffs durch die Excremente ab. Durch den Urin tritt eine verhältnißmäßig sehr große Menge Stickstoff aus, während er kleinere, von einander nicht sehr differirende Mengen Kohlenstoff und Wasserstoff und bei dem Pferde bedeutend kleinere, bei der milchgebenden Kuh bedeutend größere Quantitäten Sauerstoff abführt. Findet zugleich eine an organischen Stoffen reiche Absonderung, wie die der Milch, statt, so kommt, wie es scheint, der Kohlenstoff, der Wasserstoff und der Sauerstoff dieses Absonderungsproductes auf Rechnung der Perspiration, so daß bei gleicher Nahrung ein ge-

ringeres Athmungsbedürfniß stattfände, während der Stickstoff sich durch geringere Mengen in Excrementen und Urin compensirt.

Es versteht sich übrigens von selbst, daß die betrachteten Versuchsreihen nur individuelle Fälle sind, aus welchen zwar das Allgemeinere zum Theil hervorleuchtet, die aber natürlich, um mit Sicherheit ganz allgemein gültige Gesetze aufzustellen, noch nicht hinreichen.

Bei den Fleischfressern, den Thieren mit gemischter Nahrung und dem Menschen fehlen noch so consequente Versuchsreihen, wie sie am Pferde und der Kuh angestellt worden sind. Dagegen besitzen wir approximative Angaben von Dalton und von Liebig. Der Erstere berechnete, wie schon oben erwähnt wurde, in seiner ersten, an sich selbst angestellten Versuchsreihe die mittlere tägliche Einnahme zu 91, den Harn zu 48,5, die Excremente zu 5 und daher die Perspiration zu 37,5 Unzen avoir du poids. Bei einer im Sommer dagegen angestellten Beobachtungsfolge betrug die letztere 44 Unzen. Nun schlägt Dalton den in den Nahrungsmitteln täglich eingenommenen Kohlenstoff zu 11,5 Unzen an. Berechnet man 48,5 Unzen entleerten Harnes à 1,25% Carbon, so hat man 0,6 Unzen Kohlenstoff. Nimmt man in den Excrementen 75% Wasser und 25% festen Rückstands und in diesem letztern 10% Kohlenstoff an, so liefern 5 Unzen Excremente 0,5 Unzen Carbon. Von den 11,5 Unzen Kohlenstoff der Nahrungsmittel werden also durch die sensiblen Ausleerungen 1,1 Unze wieder entfernt. Es kommen daher auf die Perspiration 10,4 Unzen Carbon. Diese erfordern, um 37,6 Unzen Kohlensäure zu bilden, 27,2 Unzen oder 54 bis 55 englische Loth Sauerstoff, was mit den Athmungsversuchen Daltons vollkommen genau übereinstimmen würde; denn er brachte durch das Athmen 2,3 Pfd. Kohlensäure hervor. Diese letzteren erfordern 10,08 Unzen Kohlenstoff. Außerdem blieb jedoch noch der durch die Hautausdünstung fortgehende Kohlenstoff, welchen Dalton nur auf 0,25 Unze = 0,91 Unzen Kohlensäure anschlägt, übrig.

Liebig[1]) basirt seine Zahlen auf die täglichen Rationen casernirter hessischer Soldaten. Den Kohlenstoff der Fäces, welche täglich im Durchschnitt 11,5 Loth betragen, und 75% Wasser, 11,31% Kohlenstoff und 3,29% Asche enthalten, so wie den des Urins setzte er annahmsweise dem in den Gemüsen und den in dem Wirthshause genossenen Speisen gleich. In den übrigen täglichen Nahrungsmitteln (Brod, Kartoffeln, Fleisch, Linsen, Bohnen, Erbsen und dgl.) befanden sich im Durchschnitte 27,8 Loth Kohlenstoff, welche nach obiger Hypothese auf die Perspiration kommen würden. Dieses Quantum erfordert 73 Loth Sauerstoff, um 100,5 Loth Kohlensäure zu bilden. Diese Zahlen stimmen ebenfalls gut mit den über den mittleren Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft bekannt gewordenen Werthen. Denn nehmen wir mit Burdach[2]) den Mittelwerth der binnen 24 Stunden ausgeathmeten Kohlensäure zu 23448 Gran an, so entspricht dieses 6482,6 Gr. = 27,01 Loth Kohlenstoff. Es kämen dann 0,79 Loth Carbon auf Hautausdünstung, Abschuppung der Oberhaut und der Epithelien, die abfließenden Mengen von Nasenschleim, Thränen und dgl. Es versteht sich übrigens von selbst, daß diese Zahlen 11,5 Unzen avoir du poids (= 22,3 Loth preuß. Gewicht) nach Dalton bis 27,8 Loth, nach Liebig nur ungefähre

---

[1]) Augsburger allgemeine Zeitung 1840. S. 2835. Erste Abhandlung über die Ernährung S. 13.

[2]) Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. V. 1835. 8. S. 219.

Werthe sind, welche in einzelnen Fällen kaum erreicht, in anderen überschritten werden dürften. So führt auch schon Liebig selbst an[1]), daß jeder Gefangene im Arbeitshause zu Mariaschloß 21 Loth, im Arresthause zu Gießen nur 19 Loth Kohlenstoff täglich verzehre. Bei beiden Versuchsreihen übrigens bleibt zu bestimmen, welche Mengen Sauerstoff zuzuführen sind, um den freien Wasserstoff der Nahrungsmittel und der Perspirationsmaterie zu Wasser zu oxydiren.

III. Quantitäten der vorzüglichsten Stoffe der feuerbeständigen Salze. — Da in dieser Beziehung, so viel ich weiß, noch keine Versuchsreihe existirt, so benutzte ich meine oben erwähnte Beobachtungsfolge am Pferde, um die nothwendigen Materialien zu gewinnen. So wenig Zeit und Mühe ich hierbei auch sparte, so fielen die Resultate in einzelnen Punkten doch weniger befriedigend aus, als ich es theoretisch erwartet hatte. Alle Produkte mit Ausnahme des Trinkwassers, welches aus einem sich ungefähr gleichbleibenden fließenden Brunnen kam, rührten, wo es nicht besonders vermerkt ist, von den oben erwähnten einzelnen Versuchstagen her.

1. Trinkwasser[2]). — 0,790 Grm. des im Platintiegel geglühten festen Rückstands enthielten 0,024 Kieselsäure, 0,352 Kalkerde, 0,012 Talkerde, 0,053 Schwefelsäure, 0,010 Chlor, 0,004 Eisenoxyd und 0,335 Kohlensäure und Alkalien. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen festen Rückstands.	In 100 Theilen frischen Wassers à 0,051% festen Rückstands.	In 60 Pfd. frischen Wassers der täglichen Ration à 0,0306 Pfd. festen Rückstands.
Kieselsäure	3,03	0,00155	0,0009
Kalkerde	44,56	0,02273	0,0136
Bittererde	1,52	0,00077	0,0005
Schwefelsäure	6,71	0,00342	0,0020
Chlor	1,27	0,00065	0,0004
Eisenoxyd	0,51	0,00026	0,0002
Kohlensäure und Alkalien	42,40	0,02162	0,0130
		0,05100	0,0306
Wasser	" "	99,94900	59,9694
	100 00	100,00000	60,0000 Pfd.

[1]) A. a. O. S. 30.

[2]) Der durch gelindes Abdampfen einer größern Menge Trinkwassers erhaltene feste Rückstand wurde, um die geringe Menge seiner organischen Stoffe zu vertreiben, im Platintiegel, bis er nichts mehr an Gewicht verlor, durchglüht und hierauf quantitativ bestimmt. Er wurde dann mit concentrirter Salpetersäure so lange versetzt, bis sich nichts mehr auflöste, und hierauf von neuem bei gelinder Wärme zur Trockniß verdampft. Der trockne Rückstand wurde mit concentrirter Salpetersäure durchfeuchtet und mit Wasser behandelt. Das auf dem Filtrum gesammelte Unlösliche wurde getrocknet, geglüht, unmittelbar nach dem Erkalten gewogen und als Kieselsäure verrechnet. Die durch das Filtrum gegangene Lösung, welche natürlicherweise sauer war, wurde mit salpetersaurem Silberoxyd niedergeschlagen. Da hierbei, wie schon die röthliche Farbe des vor dem Lichte geschützten Präcipitates anzeigte, auch Eisenoxyd mit niederfiel, so wurde der Niederschlag getrocknet, quantitativ bestimmt und von neuem mit concentrirter Salpetersäure ausgezogen. Die

Die Beſtimmungen der Kieſelſäure, der Kalkerde, des Chlors und Eiſenoxyds glaube ich für exact halten zu können. Dagegen iſt vielleicht die Zahl der Schwefelſäure etwas zu groß, die der Bittererde dagegen vielleicht etwas zu klein.

Wir können uns nun folgende Zuſammenſetzung [1]) denken:

Beſtandtheile.	In 100 Theilen feſten Rückſtands.	In 100 Theilen friſchen Waſſers	In 60 Pfd. der täglichen Ration.
Kieſelſäure	3,03	0,00155	0,0009
Schwefelſaurer Kalk	11,48	0,00585	0,0035
Kohlenſaurer Kalk	70,69	0,03605	0,0216
Chlormagneſium	0,99	0,00050	0,0004
Kohlenſaurer Talk	2,14	0,00109	0,0006
Chloreiſen	1,05	0,00054	0,0003
Kohlenſaure Alkalien	10,62	0,00542	0,0033
	100,00	0,05100	0,0306
Waſſer	„ „	99,94900	59,9694
	100,00	100,00000	60,0000 Pfd.

Das Trinkwaſſer kam aus dem untern Brunnen der hieſigen Thierarzneiſchule. Bei der Analyſe eines in einer benachbarten Gegend befindlichen Brunnens, des ſogenannten Schützenmattbrunnens, erhielt Pagenſtecher [2]) vor mehren Jahren 0,055% feſten Rückſtands, und zwar 0,00050% Kieſelſäure, 0,02580 Kalkerde, 0,00080 Bittererde, 0,00320 Schwefelſäure, 0,00150 Chlor, 0,01870 an Kalk und Talk gebundene Kohlenſäure, 0,00020 Eiſenoxyd und 0,00440 ſalpeterſaures Kali und Natrium (mit Chlor verbunden). —

2. Heu [3]). — 1,193 Grm. Heuaſche enthielten 0,309 Grm. Kieſel-

---

ſalpeterſaure Löſung bildete auch mit Cyaneiſenkalium eine ſtarke Fällung von Berlinerblau. Der Verluſt ergab das Eiſenoxyd, während aus dem zurückbleibenden Hornſilber die Menge des Chlors berechnet wurde. Nach Ausfällung des überſchüſſigen Silbers durch Salzſäure wurde die Schwefelſäure durch Chlorbarium beſtimmt. Nach Entfernung des überſchüſſigen Baryts durch Schwefelſäure, die tropfenweiſe zugeſetzt wurde, wurde das Ganze verdampft, wieder mit angeſäuertem Waſſer behandelt, mit Chlorammonium verſetzt, durch Ammoniak alkaliſch gemacht, und mit kleeſaurem Ammoniak gefällt. Der durch Verbrennung des oxalſauren Kalkes erhaltene kohlenſaure Kalk wurde quantitativ beſtimmt. Die Fällung des Talkes geſchah durch phosphorſaures Natron.

[1]) Ob die Combination des Eiſens mit dem Chlor naturgemäß iſt oder nicht, bleibt dahingeſtellt. Für unſern Bedarf der verzeichneten Tabelle iſt übrigens die Sache vollkommen gleichgültig.

[2]) Ueberſicht der frequenteſten öffentlichen Brunnen der Stadt Bern und ihrer nächſten Umgebung. Nr. 4.

[3]) Die ſchon ziemlich weiß geglühte Aſche wurde im Platintiegel mit einer Auflöſung von kohlenſaurem Ammoniak durchfeuchtet, gelinde getrocknet und von neuem durchglüht, bis ſie vollkommen grauweiß war und nichts mehr an Gewicht verlor. Nach einem Waſſerauszuge wurde die Chlorbeſtimmung gemacht. Die quantitativ beſtimmte Aſchenportion wurde im Platintiegel mit ungefähr dem vierfachen von zerfallenem und getrocknetem kohlenſauren Natron gemengt. Der Platintiegel wurde in einen heſſiſchen Tiegel und dieſer in einen zu einem Zugofen eingerichteten Paſſauertiegel geſtellt und über Kohlenſäure bei intenſiver Rothglüh- bis Weißglüh-

säure, 0,248 Grm. Kalkerde, 0,035 Grm. Bittererde, 0,104 Grm. Phosphorsäure, 0,056 Schwefelsäure, 0,027 Chlor und 0,414 Kohlensäure, Alkalien und geringe Mengen von Thonerde, Kupfer, Eisen und Mangan. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen lufttrockenen Heues à 6,02% Asche.	In 20 Pfd. lufttrockenen Heues der täglichen Ration à 1,2040 Pfd. Asche.
Kieselsäure	25,90	1,55	0,3118
Kalkerde	20,79	1,25	0,2503
Bittererde	2,93	0,18	0,0353
Phosphorsäure	8,72	0,53	0,1050
Schwefelsäure	4,69	0,28	0,0565
Chlor	2,27	0,14	0,0273
Kohlensäure und Alkalien . . .	34,70	2,09	0,4178
	100,00	6,02	1,2040
Organische Stoffe		82,31	16,4620
Wasser		11,67	2,3340
	100,00	100,00	20,0000 Pfd.

Wir können uns daher die Zusammensetzung dieser Heuasche folgendermaßen combiniren:

Bestandtheile.	In 100 Thln Asche.	In 100 Thln. lufttrockenen Heues.	In 20 Pfd. lufttrockenen Heues der täglichen Ration.
Kieselsäure	25,90	1,55	0,3118
Basisch phosphorsaure Kalkerde .	17,99	1,08	0,2166
Schwefelsaure Kalkerde . . .	2,52	0,15	0,0304
Kohlensaure Kalkerde	18,78	0,13	0,2261
Schwefelsaure Bittererde . . .	4,73	0,29	0,0569
Chlormagnesium	3,08	0,19	0,0371
Kohlensaures Alkali	27,00	1,63	0,3251
	100,00	6,02	1,2040
Organische Stoffe	» »	82,31	16,4620
Wasser	» »	11,67	2,3340
	100·00	100,00	20,0000 Pfd.

bitze anhaltend behandelt. Die nach dem Schmelzen erhaltene blaugrüne, türkisfarbene Glasmasse wurde in eine große Abrauchschaale gebracht, mit concentrirter Salzsäure sehr allmälig, um allen durch das Sprützen, vermöge der Kohlensäureentwicklung, entstehenden Verlust zu vermeiden, behandelt, von Neuem zum trockenen Rückstande bei gelinder Wärme verdampft, wiederum mit Salzsäure durchfeuchtet und mit Wasser versetzt. Die zurückbleibende vollkommen weiße Kieselsäure wurde auf dem Filtrum gesammelt, vollständig ausgewaschen, getrocknet, im Platintiegel geglüht, bei dem Erkalten bedeckt, und unmittelbar nach demselben gewogen. Die salzsaure Lösung a wurde durch kohlensaures Kali gesättigt, mit einer bedeutenden Menge überschüssigen kohlensauren Kalis versetzt und anhaltend gekocht.

Digitized by Google

Wenn wir uns die Kieselsäure nicht frei, sondern als einfaches Kalisilicat denken, so erhalten wir einen gesonderten Werth von Kali, welcher dem als kohlensaures Alkali betrachteten Deficit ziemlich nahe kommt. Wir hätten dann:

Bestandtheile.	In 100 Thln. Asche.	In 100 Thln. Heu.	In 20 Pfd. der täglichen Ration.
Basisch phosphorsaurer Kalk . .	17,99	1,08	0,2166
Schwefelsaurer Kalk	2,52	0,15	0,0304
Kohlensaurer Kalk	18,78	1,13	0,2261
Schwefelsaure Bittererde . . .	4,73	0,29	0,0569
Chlormagnesium	3,08	0,19	0,0371
Einfaches Kalisilicat	52,37	3,15	0,6305
Kohlensaures Alkali	0,53	0,03	0,0064
	100,00	6,02	1,2040
Organische Stoffe	» »	82,31	16,4620
Wasser	» »	11,67	2,3340
	100,00	100,00	20,0000 Pfd.

Bei einer angestellten Probe entführte der Wasserauszug 38,5% Asche.

Bei zwei Proben andern Heues, welche ich in Betreff des Kieselsäuregehaltes anstellte, kam ich auf 27,19% und 27,33% Kieselsäure[1]).

3. Hafer[2]). — 1,250 Grm. Haferasche enthielten, 0,668 Grm. Kieselsäure, 0,144 Grm. Kalkerde, 0,072 Talkerde, 0,232 Grm. Phosphor-

Nach Filtrirung der Flüssigkeit wurde das Filtrat mit einer neuen Menge kohlensauren Kalis gekocht und wieder filtrirt, sobald sich noch etwas niederschlug. Da sich in dem auf dem Filtrum befindlichen Präcipitate Phosphorsäure, Kohlensäure, Kalk, Talk und Spuren von Eisen und Mangan befanden, so wurde der Niederschlag getrocknet, quantitativ bestimmt und von neuem mit kohlensaurem Natron geschmolzen. Die erhaltene blaugrüne bis grüngraue Masse wurde mit Wasser behandelt. Da nun in dieser Lösung die Phosphorsäure an Natron gebunden existirte, so wurde mit Salzsäure alle Kohlensäure entfernt, das Ganze zur vollständigen Vertreibung der Kohlensäure durchkocht und mit Baryt gefällt. Hiernach wurde dann aus dem phosphorsauren Baryt die Phosphorsäure berechnet. Der von dem Wasserauszuge bleibende Niederschlag wurde getrocknet, gewogen, in Salzsäure aufgelöst, mit Chlorammonium und Ammoniak zur Alkalescenz versetzt und mit oxalsaurem Kalke gefällt. Die Bestimmung der Bittererde erfolgte durch phosphorsaures Ammoniak. Der Rückstand der Solution wurde noch für die Schwefelsäurebestimmung benutzt. Neben diesem durch meinen Collegen Brunner mir vorgeschlagenen Gang der Untersuchung unternahm ich noch eine zweite Probe. Die salpetersaure Lösung a wurde hier mit Ammoniak gefällt, um die phosphorsauren Erden zu entfernen, und dann mit Chlorammonium und oxalsaurem Ammoniak versetzt, um die Menge des kohlensauren Kalks zu bestimmen.

[1]) Was den Gehalt an Kupfer und an Thonerde betrifft, so existiren beide vielleicht spurweise. Nach Abscheidung der Kieselsäure und Ausfällung des Kalkes und Talkes aus der salpetersauren Lösung erhielt ich durch Eisenkaliumcyanür einen rothen bis rothbraunen Niederschlag, der jedoch erst nach 24stündigem Stehen sichtbar wurde. Wurde aber jene Flüssigkeit mit kaustischem oder kohlensaurem Ammoniak versetzt, so färbte sie sich nicht blau, obgleich sich nach dem Stehen ein weißes Präcipitat ansetzte. Das letztere dürfte vielleicht auf einen sehr geringen Thonerdegehalt deuten. Sollte (wie Berthier schon angiebt) Kupfer vorhanden sein, so existirt wohl nur eine äußerst geringe Spur desselben.

[2]) Der Gang der Untersuchung war hier der gleiche, wie bei der Analyse der Heuasche. Nur wurde hier die Phosphorsäure durch neutrales essigsaures Bleioxyd

ſäure, 0,064 Grm. Schwefelſäure, 0,024 Grm. Chlor und 0,046 Kohlenſäure und Alkalien (ſo wie etwas Eiſen und Mangan). Wir haben daher:

Beſtandtheile.	In 100 Thln. Aſche.	In 100 Thln. lufttrck. Hafers à 3,13% Aſche.	In 4 Pfd. lufttrck. Hafers täglicher Rat. à 0,1252 Pfd. Aſche.
Kieſelſäure	53,44	1,67	0,0669
Kalkerde	11,52	0,36	0,0144
Bittererde	5,76	0,18	0,0072
Phosphorſäure	18,56	0,58	0,0233
Schwefelſäure	5,12	0,16	0,0064
Chlor	1,92	0,06	0,0024
Kohlenſäure und Alkalien	3,68	0,12	0,0046
	100,00	3,13	0,1252
Organiſche Stoffe	» »	84,75	3,3900
Waſſer	» »	12,12	0,4848
	100,00	100,00	4,0000 Pfd.

Wir können uns daher die Zuſammenſetzung des angewendeten Futterhafers folgendermaßen denken:

Beſtandtheile.	In 100 Thln. Aſche.	In 100 Thln. lufttrck. Hafers.	In 4 Pfd. lufttrck. Hafers der täglichen Ration.
Kieſelſäure	53,44	1,67	0,0669
Baſiſch phosphorſaurer Kalk	22,35	0,70	0,0280
Phosphorſaurer (und z. Thl. vielleicht kohlenſaurer) Talk	12,21	0,38	0,0153
Schwefelſaurer Talk	3,77	0,12	0,0047
Schwefelſaures Natron	4,68	0,15	0,0058
Chlornatrium	3,18	0,10	0,0040
Kohlenſaures Alkali	0,37	0,01	0,0005
	100,00	3,13	0,1252 Pfd.

Ich glaube die in der erſten Tabelle verzeichneten Zahlen für approximativ richtig halten zu müſſen, weil auch die Proben befriedigend ſtimmten. Nur in Betreff der Phosphorſäure habe ich vielleicht einen etwas zu großen Werth angegeben, weil mit dem phosphorſauren Bleioxyd immer etwas kohlenſaures niederfällt. Als ich zur nähern Prüfung das geglühte Präcipitat mit Eſſigſäure behandelt hatte, verunglückte es. Durch den Ammoniakniederſchlag erhielt ich 22,09% phosphorſaure Kalkerde und nur 10,96% phosphorſaure Bittererde. Uebrigens variirt auch der Gehalt an Kieſelſäure, je nachdem mehr oder weniger Samenmaſſe und mehr oder weniger Spelzen in dem Hafer vorhanden ſind. Bei zwei anderen in dieſer Hinſicht angeſtellten Proben hatte ich 60,33% und 61,08%. Sauſſure[1]) kam

als phosphorſaures Bleioxyd gefällt. In der Nebenprobe überzeugte ich mich auch von der Richtigkeit der von Sauſſure ſchon gemachten Erfahrung, daß die Haferaſche keine kohlenſaure Kalkerde (oder vielleicht nur eine Spur derſelben) enthalte.

[1]) A. a. O. Nr. 64.

auf 60% Kieselsäure und 24% phosphorsaure Kalkerde. Seine für die in Wasser löslichen Bestandtheile angegebene Zahl 1% das eine Mal und 15% das zweite Mal dürfte kaum richtig sein. Nach der oben vorgeschlagenen Berechnung hätten wir 12% in Wasser löslich. Im Versuche kam ich auf 11,04 bis 10,72 %. Noch muß ich endlich auf eine wahrscheinliche Unrichtigkeit in der obigen Combination aufmerksam machen. Nach dem Gesetze, daß in den Landpflanzen das Kali vorherrscht, das Natron mehr oder minder oder gänzlich zurücktritt, dürften die als schwefelsaures Natron und Chlornatrium angeführten Werthe in schwefelsaures Kali und Chlorkalium umzusetzen sein. Da ich jedoch keinen besondern Schmelzversuch mit kohlensaurer Baryterde vorgenommen und überhaupt das Kali nicht speciell aufgesucht habe, so wollte ich auch keinen positiv darstellbaren Stoff, den ich jedoch nicht nachgesucht habe, in die Berechnung eintragen.

Nach diesen Datis können wir uns nun folgende Einnahmetabelle entwerfen.

Bestandtheile.	Trinkwasser.	Heu.	Hafer.	Totalsumme der täglichen Einnahme.	
Kieselsäure	0,0009	0,3118	0,0669	0,3796	
Kalkerde	0,0136	0,2503	0,0144	0,2783	
Bittererde	0,0005	0,0353	0,0072	0,0430	
Phosphorsäure . . .		0,1050	0,0233	0,1283	
Schwefelsäure . . .	0,0020	0,0565	0,0064	0,0649	
Chlor	0,0004	0,0273	0,0024	0,0301	0,6589
Kohlensäure u. Alkalien	0,0130	0,4178	0,0046	0,4354	
Eisenoxyd	0,0002	» »	» »	0,0002	
	0,0306 ℔	1,2040 ℔	0,1252 ℔	1,3598 ℔	

Berücksichtigen wir die obigen Combinationen, so hätten wir:

Bestandtheile.	Trinkwasser.	Heu.	Hafer.	Totalsumme.
Kieselsäure	0,0009	0,3118	0,0669	0,3796
Basisch phosphors. Kalk		0,2166	0,0280	0,2446
Schwefelsaurer Kalk .	0,0035	0,0304		0,0339
Kohlensaurer Kalk . .	0,0216	0,2261		0,2477
Phosphors. Bittererde.			0,0153	0,0153
Schwefels. Bittererde .		0,0569	0,0047	0,0616
Chlormagnesium . .	0,0004	0,0371		0,0375
Kohlensaure Bittererde	0,0006			0,0006
Chloreisen	0,0003			0,0003
Alkalien mit Kohlensäure oder mit Kieselsäure verbunden .	0,0033	0,3251	0,0103	0,3387
	0,0306	1,2040	0,1252	1,3598 ℔

Natürlicherweise ist bloß die erste der beiden Tabellen für die mit den Ausgaben des Organismus anzustellende Vergleichung von Bedeutung. Die zweite ist auch nur theils der Uebersicht wegen, theils zum Vergleiche der phosphorsauren Erden und sonst zu keinem andern Zwecke entworfen worden. Da bei dem Heu und dem Hafer die Menge des Eisens nicht bestimmt worden, so sind auch diese Rubriken leer geblieben. In der zweiten Tabelle wurden der Kürze wegen alle Alkalien in Eine Rubrik zusammengezogen.

4) Aschen der Urinrückstände [1]). — 1,863 Grm. Asche des Urinrückstandes des ersten Tags gaben 0,048 Grm. Kieselsäure, 0,299 Kalkerde, 0,010 Grm. Talkerde, 0,030 Grm. Chlor, 0,057 Grm. Schwefelsäure, 0,067 Grm. mit Kalk verbundene Phosphorsäure und 1,352 Grm. mit Alkalien verbundene Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Urins à 3,43 % Asche.	In der täglichen Entleerung von 8 Pfd. à 0,2744 Pfd. Asche.
Kieselsäure	2,58	0,09	0,0070
Kalkerde	16,05	0,55	0,0441
Bittererde	0,54	0,02	0,0015
Chlor	1,62	0,06	0,0044
Schwefelsäure	3,06	0,10	0,0084
Phosphorsäure	3,60	0,12	0,0099
Kohlensäure und Alkalien (und mit diesen verbundene Phosphorsäure)	72,55	2,49	0,1991
	100,00	3,43	0,2744
Organische Stoffe	» » »	4,27	0,3416
Wasser	» » »	92,30	7,3840
	100,00	100,00	8,0000 Pfd.

Die Talkerdebestimmung fiel bei dieser Untersuchung nicht exact aus. Die Zahl der Schwefelsäure und des Chlors ist im Verhältniß zu den beiden folgenden Tagen sehr klein, obgleich ich mir keines begangenen Fehlers bewußt worden bin. Ueberhaupt sind an diesem ersten Tage weniger Stoffe durch den Harn entleert worden. Wir können uns die Asche selbst unter folgender Combination denken:

[1]) Die Untersuchung der Aschen des Harns, wie der der Excremente erfolgte nach ähnlichen Methoden, wie die der Aschen des Heues und des Hafers. Bei den Urinaschen mußte die Vorsicht gebraucht werden, sie mit kohlensaurem oder salpetersaurem Ammoniak vor der Analyse zu behandeln und so ihre Schwefelmetallverbindungen in schwefelsaure überzuführen, weil sich sonst bei der spätern Behandlung derselben mit Salpetersäure viel Schwefelwasserstoff entwickelt.

Beſtandtheile.	In 100 Theilen Aſche.	In 100 Theilen friſchen Urins.	In 8 Pfd. entleerten Harns.
Baſiſch phosphorſaurer Kalk . .	7,44	0,26	0,0204
Kohlenſaurer Kalk	21,69	0,74	0,0595
Kohlenſaurer Talk	1,12	0,04	0,0031
Einfaches Kaliſilicat	5,22	0,18	0,0143
Chloralkaloide, ſchwefelſaure, phosphorſaure und kohlenſaure Alkalien (und Eiſen)	64,53	2,21	0,1771
	100,00	3,43	0,2744
Organiſche Stoffe	» » »	4,27	0,4316
Waſſer	» » »	92,30	7,3840
	100,00	100,00	8,0000 Pfd.

0,734 Grm. der Aſche des Urins des zweiten Tages gaben 0,027 Grm. Kieſelſäure, 0,157 Grm. Kalkerde, 0,012 Grm. Talkerde, 0,057 Grm. Schwefelſäure, 0,034 Grm. Chlor und 0,447 Grm. Phosphorſäure, Kohlenſäure, Alkalien und etwas Eiſen. Wir haben daher:

Beſtandtheile.	In 100 Theilen Aſche.	In 100 Theilen friſchen Harns à 3,64 % Aſche.	In 10 Pfd. entleerten Harns à 0,3637 Pfd. Aſche.
Kieſelſäure	3,68	0,13	0,0134
Kalkerde.	21,39	0,78	0,0778
Bittererde	1,64	0,06	0,0060
Schwefelſäure	7,76	0,28	0,0282
Chlor	4,63	0,17	0,0169
Phosphorſäure, Kohlenſäure und Alkalien	60,90	2,22	0,2214
	100,00	3,64	0,3637
Organiſche Stoffe	» » »	4,42	0,4418
Waſſer	» » »	91,94	9,1945
	100,00	100,00	10,0000 Pfd.

Da die Ammoniakfällung nur 2,32 % phosphorſaure Kalkerde gab, ſo können wir uns folgende Combination denken:

Digitized by Google

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Harns.	In 10 Pfd. entleerten Urins.
Basisch phosphorsaurer Kalk . .	2,32	0,08	0,0084
Kohlensaurer Kalk	35,87	1,30	0,1304
Kohlensaurer Talk	3,40	0,12	0,0124
Einfaches Kalisilicat	7,44	0,27	1,0270
Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien	50,97	1,87	0,1855
	100,00	3,64	0,3637 Pfd.
Organische Stoffe	» » »	4,42	0,4418
Wasser	» » »	91,94	9,1945
	100,00	100,00	10,0000 Pfd.

1,009 Grm. Asche des Urinrückstands des dritten Tages lieferten 0,021 Grm. Kieselsäure, 0,175 Grm. Kalkerde, 0,008 Grm. Talkerde, 0,047 Grm. Schwefelsäure, 0,038 Chlor und 0,720 Grm. Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien. Wir haben daher:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischen Harns à 3,72 % Asche.	In 12 Pfd. gelassenen Urins à 0,4464 Pfd. Asche.
Kieselsäure	2,08	0,08	0,0093
Kalkerde	17,34	0,65	0,0774
Bittererde	0,79	0,03	0,0035
Schwefelsäure	4,66	0,17	0,0208
Chlor	3,77	0,14	0,0168
Phosphorsäure, Kohlensäure und Alkalien	71,36	2,65	0,3186
	100,00	3,72	0,4464
Organische Stoffe	» » »	3,82	0,4584
Wasser	» » »	92,46	11,0952
	100,00	100,00	12,0000 Pfd.

Da der Ammoniakniederschlag 2,87 % phosphorsaure Kalkerde lieferte, so haben wir:

Digitized by Google

Beſtandtheile.	In 100 Theilen Aſche.	In 100 Theilen friſchen Harns.	In 12 Pfd. gelaſſenen Harns.
Baſiſch phosphorſaurer Kalk . .	2,87	0,10	0,0128
Kohlenſaurer Kalk	28,18	1,05	0,1258
Kohlenſaurer Talk	1,64	0,06	0,0073
Einfaches Kaliſilikat	4,21	0,16	0,0188
Phosphorſaure und kohlenſaure Alkalien	63,10	2,35	0,2817
	100,00	3,72	0,4464
Organiſche Stoffe	» » »	3,82	0,4584
Waſſer	» » »	92,46	11,0952
	100,00	100,00	12,0000 Pfd.

Nach dieſen Datis können wir nun aus den drei Verſuchstagen folgende für den Zeitraum von 24 Stunden gültige Mitteltabelle der Urine entwerfen.

Beſtandtheile.	In 100 Theilen Aſche.	In 100 Theilen friſchen Urins à 3,60 % Aſche.	In 10 Pfd. Harn à 0,3615 Pfd. Aſche.
Kieſelſäure	2,78	0,10	0,0099
Kalkerde	18,26	0,66	0,0665
Bittererde	0,99	0,04	0,0037
Schwefelſäure	5,16	0,18	0,0178
Chlor	3,34	0,12	0,0140
Phosphorſäure, Kohlenſäure und Alkalien	69,47	2,49	0,2496
Organiſche Stoffe	» » »	4,17	0,4139
Waſſer	» » »	92,24	9,2246
	100,00	100,00	10,0000 Pfd.

Berückſichtigen wir die oben angenommenen Combinationen, ſo haben wir:

Beſtandtheile.	In 100 Theilen Aſche.	In 100 Theilen friſchen Urins	In 10 Pfd. entleerten Urins.
Baſiſch phosphorſaurer Kalk . .	4,21	0,15	0,0139
Kohlenſaurer Kalk	28,58	1,03	0,1052
Kohlenſaurer Talk	2,05	0,08	0,0076
Einfaches Kaliſilicat	5,62	0,20	0,0200
Chloralkaloide, ſchwefelſaure, phosphorſaure und kohlenſaure Alkalien	59,54	2,13	0,2148
Organiſche Stoffe	» » »	4,17	0,4139
Waſſer	» » »	92,24	9,2246
	100,00	100,00	10,0000 Pfd.

Digitized by Google

Bei den Combinationen habe ich aus zwei Urſachen die gefundene Talkerde als kohlenſaure und nicht als ſchwefelſaure oder als Chlormagneſium eingetragen, weil ich 1) die Waſſerauszüge der Aſchen nicht auf Magneſia quantitativ unterſucht habe und 2) weil ich aus ſpäter anzuführenden Gründen (ſ. d. Art. Gewebe) glauben muß, daß wenigſtens ein großer Theil der Bittererde nicht in dem Waſſer des Urins aufgelöſt, ſondern in den mechaniſch beigemengten kryſtalliniſchen Kugeln als kohlenſauerer Talk enthalten iſt.

5) Aſchen der Excrementrückſtände. — Hier konnte die Unterſuchung minder vollſtändig und ſicher gemacht werden, weil ich den Fehler begangen hatte, von den beiden erſten Verſuchstagen zu wenig Subſtanz aufzubewahren. Es mußte daher mit zu kleinen Mengen gearbeitet werden.

0,452 Grm. Aſche der Excremente des erſten Tages hatten 0,204 Grm. Kieſelſäure, 0,041 Grm. Kalkerde, 0,022 Grm. Talkerde und 0,185 Grm. Phosphorſäure, Kohlenſäure, Schwefelſäure, Chlor und Alkalien.

Beſtandtheile.	In 100 Theilen Aſche.	In 100 Theilen friſcher Excremente à 1,83 % Aſche.	In 36 Pfd. entleerter Excremente. à 0,6588 Pfd. Aſche.
Kieſelſäure	45,13	0,82	0,2973
Kalkerde	9,07	0,17	0,0597
Bittererde	4,87	0,09	0,0321
Phosphorſäure, Kohlenſäure, Schwefelſäure, Chlor und Alkalien	40,93	0,75	0,2697
	100,00	1,83	0,6588
Organiſche Stoffe	» » »	16,19	5,8284
Waſſer	» » »	81,98	29,5128
	100 00	100,00	36,0000

0,370 Grm. Aſche der Excremente des zweiten Tages gaben 0,180 Grm. Kieſelſäure, 0,043 Kalk, 0,021 Bittererde, 0,009 Grm. Chlor und 0,117 Grm. Phosphorſäure, Kohlenſäure, Schwefelſäure und Alkalien. Wir haben daher:

Beſtandtheile.	In 100 Theilen Aſche.	In 100 Theilen friſcher Excremente à 1,53 % Aſche.	In 34 Pfd. entleerter Excremente à 0,5202 Pfd. Aſche.
Kieſelſäure	48,65	0,74	0,2531
Kalkerde	11,62	0,18	0,0605
Bittererde	5,68	0,09	0,0295
Chlor	2,43	0,04	0,0126
Phosphorſäure, Kohlenſäure, Schwefelſäure und Alkalien	31,62	0,48	0,1645
	100,00	1,53	0,5202
Organiſche Stoffe	» » »	15,86	5,3924
Waſſer	» » »	82,61	28,0874
	100,00	100,00	34,0000

Nach den Unterſuchungen von Brunner und von mir enthielten 0,598 Grm. Aſche der Excremente des dritten Tages 0,272 Grm. Kieſelſäure, 0,089 Grm. Kalkerde, 0,017 Grm. Talkerde, 0,005 Grm. Schwefelſäure, 0,008 Grm. Chlor und 0,207 Grm. Phosphorſäure, Kohlenſäure und Alkalien. Von der geſammten Aſche waren 6,92 % in Waſſer löslich. Wir haben daher:

Beſtandtheile.	In 100 Theilen Aſche.	In 100 Theilen friſcher Excremente à 1,71 % Aſche.	In 33 Pfd. entleerter Excremente à 0,5643 Pfd. Aſche.
Kieſelſäure	45,48	0,78	0,2566
Kalk	14,88	0,26	0,0840
Bittererde	2,84	0,05	0,0160
Schwefelſäure	0,85	0,01	0,0048
Chlor	1,34	0,02	0,0076
Phosphorſäure, Kohlenſäure und Alkalien	34,61	0,59	0,1953
	100,00	1,71	0,5643
Organiſche Stoffe	» » »	17,71	5,8443
Waſſer	» » »	80,58	26,5914
	100,00	100,00	33,0000 Pfd.

Bei allen Excrementaſchen zeigten ſich Spuren von Thonerde. Nur bei der des erſten Tages rief Cyaneiſenkalium einen deutlichen braunrothen Niederſchlag hervor.

Nach dieſen Daten können wir für die Excrementaſchen folgende Mittelzahlen für den Zeitraum von 24 Stunden entwerfen:

Beſtandtheile.	In 100 Theilen Aſche.	In 100 Theilen friſcher Excremente à 1,69 % Aſche.	In 34⅓ Pfd. der mittleren täglichen Entleerung.
Kieſelſäure	46,42	0,78	0,2590
Kalkerde	11,86	0,20	0,0681
Talkerde	4,46	0,08	0,0259
Phosphorſäure, Kohlenſäure und Alkalien	37,26	0,63	0,2181
Organiſche Stoffe	» » »	16,59	5,6883
Waſſer	» » »	81,72	28,0639
	100,00	100,00	34,3333 Pfd

Zur Vorſicht wurde das Pferd, während die chemiſchen Unterſuchungen dauerten, unter denſelben Verhältniſſen fortgehalten und mit denſelben Rationen derſelben Materialien fortgefüttert. Da nun die Excrementaſchen der Verſuchstage in ſo geringen Mengen unterſucht werden mußten und die nothwendige Multiplication der erhaltenen Zahlen etwa vorhandene Fehler ſehr bedeutend machen mußte, ſo hatte Brunner die Güte, die Aſche der Excremente eines ſpätern Tages, den wir zum Unterſchiede von den drei Verſuchstagen mit dem Namen des extraordinären Tages belegen wollen, genau zu unterſuchen. Er erhielt in der erſten Analyſe 43,731 % Kieſelſäure, 2,635 % phosphorſaure

Kalkerde, 12,704 % kohlensaure Kalkerde, 10,020 % kohlensaure Talkerde, 1,480 % schwefelsaures Natron, 11,895 % kohlensaure Alkalien mit etwas Chlorkalium und 17,535 % mit Kieselsäure verbundene Alkalien. Bei einer zweiten Probeanalyse hatte er 43,544 % Kieselsäure, 15,50 % kohlensauren Kalk (denjenigen, welcher als phosphorsaurer existirt, mit eingeschlossen), 6,210 % kohlensauren Talk. Da der letztere Werth von dem der ersten Analyse differirt, so wollen wir aus beiden das Mittel = 8,115 % kohlensaure Bittererde annehmen. Legen wir die oben gefundenen Mittel von 1,69 % Asche und 0,5811 Pfd. täglicher Excrementasche zum Grunde, so haben wir:

Bestandtheile.	In 100 Theilen Asche.	In 100 Theilen frischer Excremente	In 0,5811 Pfd. Asche aus täglicher Ausleerung.
Kieselsäure	43,731	0,74	0,2541
Kalkerde	8,509	0,14	0,0495
Bittererde	3,920	0,07	0,0228
Phosphorsäure	1,277	0,02	0,0074
Schwefelsäure	0,831	0,01	0,0048
Kohlensäure, Chlor und Alkalien (nebst Spuren von Thonerde) .	41,732	0,71	0,2425
	100.000	1,69	0,5811

Natürlicherweise ist es ein nicht ganz begründetes Verfahren, daß ich bei der Berechnung dieser Excrementasche die bei den drei Versuchstagen gefundenen Mittelzahlen zum Grunde lege. Ich würde auch die letztere Tabelle ganz hinweggelassen haben, wenn ich nicht in ihr die Zahlen der Phosphorsäure, welches bei den drei Experimenttagen genau zu erhalten unmöglich war, hätte eintragen wollen. Uebrigens sieht man, daß trotz der willkürlichen Grundlegung des Mittels die hier gefundenen Zahlen sich nicht gar so bedeutend von den bei den drei Versuchstagen gefundenen mittleren Werthen entfernen. Von wesentlicher Bedeutung ist, wie wir sehen werden, daß die Talkerdewerthe so nahe kommen und erst in der dritten Decimalstelle von einander abweichen. Daß die Variation der Kalkerde von untergeordnetem Belang sei, erhellt theils bei einigem Nachdenken von selbst, theils wird es später erörtert werden.

Ehe wir nun das etwas gewagte Experiment, mit dem Organismus des zu dem Versuche gebrauchten Thiers gewissermaßen eine Rechnung abzuschließen unternehmen, müssen wir erst genau prüfen, was für Resultate überhaupt von einer solchen Handlungsweise zu erwarten sind. Da, wie wohl jetzt jeder mit der Zeit fortgeschrittene Physiolog und Chemiker glauben wird, die organischen Körper die Fähigkeit nicht haben, Stoffe, welche die gegenwärtige Chemie für einfach erklärt, zu erzeugen oder den einen in den andern umzuwandeln, so werden wir immer eine bedeutend größere, durch die Nahrungsmittel erfolgende Einnahme, als durch die Excremente und den Harn ausgegeben wird, zu erwarten haben. Dieses bestätigt sich auch sowohl für jeden einzelnen Tag als für das Mittel aller drei Tage, als auch für den Fall, wenn wir die Werthe der Excrementasche des extraordinären Tages mit den Mittelwerthen der Urine addiren, und selbst wenn wir noch die später zu erwähnenden Reductionen vornehmen. Was die einzelnen Zahlen betrifft, so ist auf sie als bestimmte Zahlen kein besonderer Werth zu legen, weil eine Reihe von drei Tagen eine zu

kurze Zeit und die Beobachtung Eines Thiers zu wenig ist. Dagegen liefern sie, was auch im Ganzen wichtiger ist, die Anzeige, von welchem Stoffe mehr oder weniger aufgenommen und welche Materie in größerer oder geringerer Menge durch Excremente und Urin ausgeleert wird. Nur in diesem Sinne werden wir daher auch aus der Abrechnung Schlußfolgerungen ziehen. Unter den einzelnen Stoffen sind die Werthe der Kalkerde am sichersten, weil ihre Bestimmung in jeder Beziehung am genauesten gemacht werden kann. Schon fehlerhafter sind die Zahlen der Talkerde, weil, man mag sie durch phosphorsaures Natron oder phosphorsaures Ammoniak fällen und den Niederschlag sorgfältig auswaschen, immer etwas zu kleine Zahlen herauskommen. Die in neuester Zeit zu ihrer Bestimmung empfohlene Methode von Berzelius war mir leider, als diese Untersuchungen angestellt wurden, noch nicht bekannt. In Betreff der Kieselsäure müssen wir bei der Abrechnung noch eine Rectification vornehmen, wie später ausführlicher erläutert werden soll. Die Zahlen der Schwefelsäure und des Chlors können wir als approximativ richtig ansehen. Nur tritt der eine Umstand entgegen, daß sie nicht bei allen Excrementaschen exact bestimmt werden konnten. In den Zahlen für die Summe der Kohlensäure und die Alkalien tritt nothwendig eine Schwankungsgröße hinzu, weil in dem Urine die harn- oder hippursauren Salze mit ihren Basen durch das Brennen in kohlensaure verwandelt werden. Nur mit Berücksichtigung dieser Verhältnisse können wir folgende Abrechnung ausfertigen:

Bestandtheile.	Einnahme.	Ausgabe.		
	Nahrungsmittel.	Excremente.	Urin.	Andere Absonderungen, Ernährung und Wachsthum.
Kalkerde	0,2783	0,0681	0,0665	0,1437
Bittererde	0,0430	0,0259	0,0037	0,0134
Kieselsäure	0,3796	0,2690	0,0099	0,1007
Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Chloralkaloide u. Alkalien	0,6589	0,2181	0,2814	0,1594
	1,3598	0,5811	0,3615	0,4172

Ziehen wir die Schwefelsäure und die Chlorbestimmungen der Versuchstage und die Zahlen der Phosphorsäure in den Urinen der Versuchstage und der Excrementasche des extraordinären Tages mit in die Rechnung, so haben wir:

Bestandtheile.	Einnahme.	Ausgabe.		
	Nahrungsmittel.	Excremente.	Urin.	Andere Absonderungen, Ernährung und Wachsthum.
Kalkerde	0,2783	0,0681	0,0665	0,1437
Bittererde	0,0430	0,0259	0,0037	0,0134
Kieselsäure	0,3796	0,2690	0,0099	0,1007
Schwefelsäure . . .	0,0649	0,0051	0,0178	0,0420
Chlor	0,0301	0,0109	0,0140	0,0052
Phosphorsäure (mit Erden verbunden) . .	0,1283	0,0074	0,0071	0,1138
Phosphorsäure (mit Alkalien verbunden), Kohlensäure und Alkalien	0,4356	0,1947	0,2425	— 0,0016
Organische Stoffe . .	19,8520	5,6883	0,4139	13,7498
Wasser	62,7882	28,0639	9,2246	25,4997
	84,0000 ℔	34,3333 ℔	10,0000 ℔	39,666 ℔

Wir haben uns bis jetzt und auch in dieser letzten Rechnungstabelle stets an die auf den Vordaten fußenden Zahlen gehalten, weil ein solches Verfahren bei Untersuchungen der Art ohne Berücksichtigung des Resultates nothwendig ist und weil zuvörderst das objective Material ungeschmückt vorgelegt werden mußte. Schließlich sei es aber noch erlaubt, eine Correction, die zwar durchaus auf subjectiven Schätzungsannahmen beruht, die aber meiner Ueberzeugung nach nicht ganz unrichtig sein dürfte, vorzutragen. Wer die Verdauungsorgane des Pferdes aus eigener Anschauung kennt, weiß, welche bedeutende Menge von Fäcalstoffen in seinen Gedärmen, vorzüglich den dicken, angehäuft wird. Nun brauchte dieses gar nicht berücksichtigt zu werden, wenn wir ein Mittel aus einer Wochen langen Versuchsreihe vor uns hätten. Da wir aber hier nur von drei Tagen reden können, so müssen wir auf diesen Umstand Rücksicht nehmen. Wir hatten in den Excrementen am ersten Tage 0,6588 ℔, am zweiten 0,5202 ℔, am dritten Tage 0,5643 ℔, im Mittel 0,5811 ℔ Asche. Da das Thier vor dem Versuche schon mit der gleicher Ration Hafer und Heu gefüttert worden war, so wurde offenbar in den beiden letzten Tagen noch eine Quantität Faeces im Darme zurückbehalten. Rechnen wir noch den nothwendigen geringen Verlust, der bei dem Sammeln des Mistes unvermeidlich und bei den Analysen eben so unumgänglich ist und sich bei den letzteren in der Berechnung nur zu Gunsten der Kohlensäure und Alkalien bedeutend multiplicirt, hinzu, so dürften wir nicht sehr von der Wahrheit entfernt sein, wenn wir die Werthe für die Excremente (in Berücksichtigung der geringeren Werthe des zweiten und dritten Tages) um $\frac{1}{5}$ erhöhen [1]). Bei dem Urine ist keine Correction wegen etwa zurückgehaltener Menge nothwendig. Dagegen können wir gewiß

[1]) Da nach Gerber's annähernder Bestimmung bei mäßiger Füllung der Dünndarm des Pferdes 8 Pfd., das Colon 76 Pfd. und der Blinddarm 23 Pfd. Excrementmasse enthält, so dürfte die obige Schätzung eher zu klein als zu groß sein.

Digitized by Google

ohne wesentlichen Fehler wegen des bei dem Einsammeln und bei den Analysen, hier nur den kohlensauren und phosphorsauren Alkalien zu Gute kommenden Verlustes eine Erhöhung um $^1/_{20}$ vornehmen. Nach diesen freilich hypothetischen Voraussetzungen hätten wir alsdann:

Bestandtheile.	Einnahme.	Ausgabe.		
	Nahrungsmittel.	Excremente, um $^1/_5$ erhöht.	Urin, um $^1/_{20}$ erhöht.	Andere Absonderungen, Ernährung und Wachsthum.
Kalkerde	0,2783	0,0817	0,0698	+ 0,1268
Bittererde	0,0430	0,0311	0,0039	+ 0,0080
Kieselsäure	0,3796	0,3228	0,0104	+ 0,0464
Schwefelsäure . . .	0,0649	0,0061	0,0187	+ 0,0401
Chlor	0,0301	0,0131	0,0147	+ 0,0023
Phosphorsäure (mit Erden verbunden) . .	0,1283	0,0089	0,0075	+ 0,1119
Phosphorsäure (mit Alkalien verbunden), Kohlensäure und Alkalien	0,4356	0,2336	0,2546	— 0,0526
Organische Stoffe . .	19,8520	6,8260	0,4346	+ 12,5914
Wasser	62,7882	33,6766	9,6858	+ 19,4258
	84,0000 ℔	41,1999	10,5000 ℔	32,3001 ℔

Wir werden diese letztere Abrechnung mit dem Namen der berechneten, die unmittelbar vorhergehende dagegen mit dem der gefundenen Abrechnung bezeichnen.

Die gefundene Abrechnungstabelle giebt uns schon einen befriedigenden Ueberblick über die durch den Verdauungsact eingenommenen und die durch den Harn wieder entleerten unorganischen Stoffe. Vergleichen wir zunächst die Totalquantitäten der durch die Nahrungsmittel erfolgten Einlage mit den durch die Excremente wieder entstehenden Abgängen; so sehen wir, daß eine sehr bedeutende Menge von Kalkerde, eine verhältnißmäßig weit geringere Quantität von Bittererde und eine sehr große Quantität alkalischer Salze durch die Verdauung aufgenommen worden. Da die Kalkerde theils als phosphorsaure, theils als kohlensaure (und zu einem kleinen Theile als schwefelsaure) vorhanden war, so bedurfte es der sauren Magensaftflüssigkeit, um sie, sei es durch ihre Chlorwasserstoffsäure oder ihre Essigsäure, aufzulösen. Dasselbe gilt von derjenigen Bittererde, welche als phosphorsaure oder kohlensaure vorhanden war. Dagegen erforderten das Chlormagnesium und die schwefelsaure Bittererde, die phosphorsauren, schwefelsauren und kohlensauren alkalischen Salze nur des beigefügten Trinkwassers, um aufgelöst und zur Aufnahme geeignet zu werden. Da jedoch kein einziger dieser Stoffe in der Excrementasche gänzlich mangelt, so scheint dieses darauf hinzudeuten, daß die Extraction nicht möglichst vollständig geschieht, weil wahrscheinlich die sauren Säfte nicht reichlich genug sind und die Getränke zu schnell wiederum aufgesogen werden, um die Auflösung absolut vollständig zu machen. Nichts desto weniger sehen wir aber, daß bei der Wanderung der Speisen durch den Darm überwiegend große Mengen von schwefel-

ſauren und phosphorſauren, und wie z. B. die Excrementaſche des extraordinären Tages beweiſ't, von Chlorverbindungen verloren gehen. Ganz anders geſtalten ſich die Verhältniſſe rückſichtlich der Kieſelſäure. Von dieſem Stoffe tritt eine überwiegende Menge wiederum mit den Excrementen heraus. Wie die Aſche der letzteren deutlich lehrt, kommen ſo Silicate zu Stande. Es dürfte vielleicht das Wahrſcheinlichſte ſein, daß ſowohl die freie Kieſelſäure, als die, welche durch die ſtärkere Säure der Magen- und Darmſäfte (Salzſäure) etwa noch abgeſchieden wird, ſobald ſie auf ihrem Wege Alkalien trifft, eine Silicatverbindung eingeht, und ſo löslicher wird. Uebrigens wurde in unſerm Falle durch das Heu ſchon eine überflüſſige Menge von Silicaten wahrſcheinlicher Weiſe geboten. Denn wir haben in der täglichen Ration des Heues 0,6305 ℔, einfaches Kaliſilicat — eine Quantität, die jedenfalls bedeutend größer iſt, als die in den Excrementen enthaltenen Silicate, ſelbſt wenn wir den Werth der letzteren hypothetiſch um $^1/_5$ erhöhen.

Die Columne des Harns in der gefundenen Abrechnungstabelle zeigt uns deutlich, wie auf dieſem Wege eine nicht unbedeutende Menge von Kalkerde, ein geringeres Quantum von Phosphorſäure und verhältnißmäßig ſehr bedeutende Zahlen von Schwefelſäure, Chlor und Alkalien (und unzweifelhaft auch Kohlenſäure) abgeführt werden, mögen nun dieſe Stoffe von den Speiſen oder den umgeſetzten verbrauchten Körpertheilen oder — was wohl als faſt gewiß anzuſehen ſein dürfte — von beiden zugleich kommen. Wir können den Harn als das vorzügliche Abführmittel der im Waſſer löslichen alkaliſchen Salze (kohlenſaure, ſchwefelſaure, phosphorſaure Alkalien und Chloralkaloide) und der mit organiſchen Säuren oder mit Kohlenſäure verbundenen Erdſalze, von denen die erſteren nach Wöhler als kohlenſaure wiederkehren, anſehen. Zugleich wird auf dieſer Bahn ein Quantum phosphorſaurer Kalkerde fortgeſchafft. Gerade bei dem Pferde aber geſtaltet ſich das Verhältniß etwas eigenthümlich. Wir haben ſchon oben der geſchichteten kryſtalliniſchen Kugeln, welche ſich immer in dem Harne des Pferdes abſetzen, erwähnt. In dieſen [1]) herrſchen die unorganiſchen Beſtandtheile über die organiſchen bei weitem vor, und unter jenen bildet der als phosphorſaurer und vorzüglich als kohlenſaurer enthaltene Kalk den größten Beſtandtheil. Neben ihm iſt eine geringe Menge Talkes nebſt alkaliſchen Salzen enthalten. Da nun immer dieſe Concremente ein bedeutendes Quantum ausmachen, ſo läßt ſich, wenn auch nicht mit Gewißheit, doch mit vieler Wahrſcheinlichkeit behaupten, daß der größte Theil, wo nicht aller phosphorſaure und kohlenſaure Kalk und die kohlenſaure Bittererde durch dieſe dem Harne nur mechaniſch beigemengten Concremente abgeht. Der Grund dieſes Verhältniſſes iſt leicht zu errathen. Der Harn des Pferdes und des Eſels iſt, wie der der meiſten bis jetzt unterſuchten Pflanzenfreſſer, alkaliſch. Es fehlt (ſelbſt wahrſcheinlich ſchon in der Niere und der Harnblaſe) die Säure, welche die phosphorſauren und kohlenſauren Salze des Kalkes und des Talkes aufgelöſ't erhalten könnte. Waren dieſe früher gelöſ't, ſo müſſen ſie ſich mit der Bildung des alkaliſchen Urins abſetzen. Dieſer Abſatz erfolgt wahrſcheinlich in losgeſtoßene Epithelialzellen [2]). Daher die Bildung der kryſtalliniſchen Kugeln. Derſelbe oder ein ähnlicher Proceß erzeugt vermuthlich die trüben Abſätze in dem Harne des Rindviehes, des Elephanten, des Nashorns u. dgl. mehr. Wir müſſen daher den Ausſpruch [3]), daß phosphorſaure Erdſalze nur in dem ſauren Harne vorkommen, dahin modificiren, daß ſie in ſolchem Urine aufgelöſ't, in alkaliſchem dagegen mechaniſch beigemengt exiſtiren.

[1]) S. d. Art. Gewebe.
[2]) S. d. Art. Gewebe.
[3]) S. Berzelius Chemie. Bd. IX., 1840. 8. S. 459.

Außer den bis jetzt genannten Salzen wird aber noch, wie die obigen Tabellen beweisen, eine geringe Menge von Silicaten (im Mittel 5,62% der Urinasche und 0,20 % des frischen Harns) bei dem Pferde und höchst wahrscheinlich auch bei den anderen Pflanzenfressern, ja vielleicht bei allen Thieren und dem Menschen so durch den Harn abgeführt.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die beiden Hauptausleerungswege der unorganischen Stoffe, wollen wir zu den einzelnen in den Abrechnungstabellen verzeichneten Körpern übergehen [1]).

1) Kalkerde. — Wie die gefundene Abrechnungstabelle ergiebt, ist die Kalkerde (wahrscheinlich nächst den Alkalien) derjenige Stoff, welcher in größter Quantität aus den Aschenbestandtheilen der Nahrungsmittel resorbirt wird. Dieses Resultat hat auch nichts Befremdendes, wenn wir bedenken, in welcher bedeutenden Menge diese Substanz in den Knochen, den Knorpeln, den Zähnen u. dgl. enthalten ist und wie sie in den Aschen fast aller oder aller anderen Körpertheile wiederkehrt. Ziehen wir die gefundene Abrechnungstabelle zu Rathe, so fällt der nächst größere Werth auf die Phosphorsäure. Berechnen wir die 0,1138 Pfd. Phosphorsäure der Asche der Perspiration und der Ernährung als basisch phosphorsaure Kalkerde oder sogenannte Knochenerde, so haben wir dann 0,2411 Pfd. basisch phosphorsauren Kalkes = 0,1273 Pfd. reiner Kalkerde. Es blieben daher 0,0164 Pfd. reinen Kalkes = 0,0291 Pfd. kohlensauern Kalkes in der Perspirations- und Ernährungsasche übrig. Leiten wir dieselbe Bestimmung in der berechneten Endtabelle ein, so erfordern 0,1119 Pfd. Phosphorsäure 0,1191 Pfd. Kalkerde, um 0,2310 Pfd. basisch phosphorsauren Kalkes zu bilden. Es blieben daher 0,0077 Pfd. reiner = 0,0137 kohlensaurer Kalkerde übrig. Auf beide Berechnungen ist deßhalb nicht genau einzugehen, weil, wie wir später sehen werden, ein Theil des Werthes der absorbirten Phosphorsäure höchst wahrscheinlicher Weise reducirt den Phosphor, welcher, als zu dem Umsatze aller Proteinkörper nöthig angenommen wird, einschließt. So viel erhellt aber mit Bestimmtheit, daß durch den Verdauungsact der größte Theil der phosphorsauren Salze durch die Säure des Magensaftes und der Secretion der Darmschleimhaut aufgelöst und so in den Körper übergeführt wird. Eine geringere Menge kohlensauren Kalkes theilt dasselbe Schicksal. Daher kommt es auch, wie die oben verzeichneten Excrementanalysen beweisen, daß in dem Kothe wenig Kalksalze überhaupt und vorzüglich wenig basisch phosphorsaure Kalkerde enthalten ist. Da wahrscheinlich etwas Aehnliches von dem Menschen gilt, so wäre es von Interesse, eine vergleichende Analyse der menschlichen Excrementasche anzustellen. Denn nach Berzelius [2]) kämen beinahe 26 % phosphorsauren Kalkes und gar keine kohlensaure Kalkerde heraus. Da nun in den Nahrungsmitteln des Pferdes 0,2446 Pfd. basisch phosphorsaure und 0,2816 Pfd. kohlensaure und schwefelsaure Kalkerde enthalten waren, im Mittel aber durch den Urin nur 0,0139 Pfd. Knochenerde und 0,1052 Pfd. kohlensaure Kalkerde abgeschieden wurden, mit den Excrementen dagegen an dem extraordinären Tage nur 0,0153 Pfd. basisch phosphorsaure Kalkerde und 0,0738 Pfd. kohlensaure Kalkerde wieder abgingen, so scheint zu folgen, daß überhaupt eine größere Menge phosphorsauren Kalkes in die Assimilaton eingeht und nur ein kleineres

---

[1]) Da die Alkalien und die Kohlensäure nur negativ bestimmt worden, so habe ich diese, der scheinbaren logischen Anordnung zuwider, zuletzt gestellt und zuvor zuerst von den definitiv bestimmten Basen und dann von den direct gefundenen elektronegativen Körpern gehandelt.

[2]) A. a. O. S. 345.

Compensationsquantum kohlensaurer Kalkerde zugeführt wird. Mag man auch die Zahlen der Abrechnungstabelle limitiren, wie man wolle, so macht die Untersuchung wenigstens das unzweifelhaft, daß die Nahrungsmittel von Kalksalzen mehr, als nöthig ist, um die Knochen, die Knorpel, die Zähne u. dgl. zu ernähren und zu vergrößern, so wie die anderen Theile zu versorgen, darbieten. Wie der Kalk in den Aschen der Skeletttheile die Hauptmasse ausmacht, und allen anderen Gebilden nicht mangelt, so bildet auch seine durch die sauren Säfte des Körpers erfolgende Auflösung (nächst den Alkalien) das Hauptquantum, welches in das Blut und in die Körpertheile eingeht.

2) Talkerde. — Obgleich alle Bestimmungen der Talkerde aus Gründen, die schon früher erwähnt wurden, kaum als approximativ angesehen werden können, so ist die gefundene sowohl, als die berechnete Endtabelle doch geeignet, uns mehrere bestimmte Resultate zu geben. Da alle thierischen Theile ein größeres Quantum von Kalkerde, als Bittererde enthalten und dieses Verhältniß in vielen Nahrungsmitteln (z. B. eben dem Hafer und überhaupt den Samen) in viel geringerem Maßstabe wiederkehrt, so läßt sich schon a priori erwarten, daß verhältnißmäßig weit weniger Talkerde, als Kalk in die Assimilation übergehen wird. Wird aber weniger Bittererde im Ganzen aufgenommen, so muß in den Excrementen überhaupt und vorzüglich in Verhältniß zur Kalkerde eine größere Menge von Talkerde enthalten sein. Berzelius, der vermöge seiner genauen Untersuchungen und seines Scharfblickes so vieles schon Decennien früher, als Andere wußte, kam schon bei seiner beinahe vor 40 Jahren unternommenen Analyse der menschlichen Excremente auf ähnliche Deductionen, welche Lehmann ebenfalls in neuester Zeit gemacht hat. Der Erstere fand auch in der Asche des menschlichen Kothes auf beinahe 26 % phosphorsaure Kalkerde fast 13 % phosphorsaure Bittererde [1]). Die hier mitgetheilte Versuchsreihe am Pferde führt zu analogen Consequenzen. Die Gesammtsumme der Aschen der Nahrungsmittel enthält 3,16 % Talkerde. Auf die Excremente kommen von ihrer Totalsumme der Aschen im Mittel der drei Versuchstage 4,46 % und an dem extraordinären Tage 3,920 %. Setzen wir die Totalsumme der mit Speise und Getränk eingenommenen Talkerde = 0,0430 Pfd. = 100, so wurden mit dem Kothe 0,0259 Pfd. = 60,23 % der eingenommenen Bittererde wieder ausgeschieden, während durch den Urin nur 0,0037 Pfd. = 8,61 % abgingen. Nach der berechneten Endtabelle haben wir auf 0,0430 Pfd. eingenommener Bittererde in dem Kothe 0,0311 Pfd. = 72,32 % und in dem Urine 0,0039 Pfd. = 9,07 %. Noch greller zeigt sich das Verhältniß, wenn wir den Talkerdegehalt mit dem Kalkerdegehalte vergleichen. In den Nahrungsmitteln beträgt die Kalkerde 20,47 %, die Talkerde 3,16 %. In den Excrementen dagegen haben wir 11,72 % Kalk und 4,46 % Talk; in dem Urine dagegen auf 18,26 % Kalkerde nur 0,99 % Magnesia. Es bleibt noch durch specielle chemische Gründe zu erklären, warum der Organismus bei dem Verdauungsprocesse es gleichsam verschmäht, eine größere Menge von Bittererde aufzunehmen. Denn die bis jetzt bekannten Eigenschaften der phosphorsauren Bittererde sowohl, als des kohlensauren Talkes, so wie unsere gegenwärtigen Kenntnisse rücksichtlich des Verdauungsprocesses, liefern noch keinen genügenden Aufschluß hierüber.

---

[1]) In den oben untersuchten Excrementen des Pferdes kann unmöglich alle Bittererde als phosphorsaure vorhanden sein. Denn wir hatten am extraordinären Tage 3,920 % Talkerde und 1,277 % Phosphorsäure. Um phosphorsaure Talkerde zu bilden, erfordern aber 1,277 % Phosphorsäure nur 2,01 % Magnesia.

Die große Menge Talkes, welche so in den Excrementen des Pferdes (und wahrscheinlich aller Grasfresser und in geringerem Grade der Geschöpfe mit gemischter Nahrung) existirt, erklärt leicht die so häufige Bildung von Darmsteinen, welche nach Lassaigne's bestätigten Erfahrungen aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bestehen und bekanntlich oft eine äußerst bedeutende Größe erreichen. Da in den so starken dicken Gedärmen des Pferdes eine Art Fäulungsproceß der Faeces eingeleitet wird, so ist natürlich an Ammoniak zur Erzeugung der genannten Verbindung kein Mangel.

Nach der gefundenen Tabelle würde die assimilirte und für andere Formationen, als die Bildung des Harns bestimmte Talkerde 31,16 %, nach der berechneten 18,60 % der Magnesia der Nahrungsmittel betragen. Beide Quantitäten sind im Verhältniß zur assimilirten Kalkerde viel größer, als wie die sonst zwischen Talk und Kalk in thierischen Theilen bestehenden Proportionen erwarten ließen. Ich bin zwar weit entfernt, auf die numerischen Bestimmungen der Magnesia aus den schon oben angeführten Ursachen ein sehr großes Gewicht zu legen. Allein jedenfalls bliebe es zu untersuchen, ob nicht gewisse sich losstoßende und rasch wachsende Theile des Pferdes z. B. die Haare, die Hufe ꝛc. in Verhältniß zum Kalk mehr Talkerde, als die übrigen Theile enthalten.

3. Kieselsäure. — Bei ihr kehren, aber aus leichter erklärbaren Gründen, ähnliche Verhältnisse wie bei der Talkerde wieder, d. h. ihre größte Menge geht wieder mit den Excrementen ab, eine sehr kleine Quantität tritt durch den Harn heraus und eine größere Masse derselben bleibt für die übrigen Aussonderungen, für Ernährung und Wachsthum. Während man bis jetzt der Kieselsäure in dem Ernährungsprocesse der Gewächse mit Recht eine nicht unbedeutende Rolle zuerkannt hat, ist sie in dem Nutritionsprocesse der Thiere mehr auf die Seite gestellt worden. Dieses rührte offenbar davon her, daß man, auf früheren Analysen fußend, nur quantitativ unbestimmte Spuren derselben in dem Schmelze der Zähne, den Haaren, einzelnen Harnsteinen, dem Faserstoffe des Bluts, dem Speichel und dem Horne des Nashornes annahm. Ich bin aber fest überzeugt — und unsere Versuchsreihe führt nothwendig zu einem solchen Schlusse — daß sich, wenn man hinreichend große Portionen Asche thierischer Theile der Pflanzenfresser nach dem Ausziehen mit Wasser durch Zusammenschmelzen mit kohlensaurem Natron aufschlösse, in den meisten Fällen verhältnißmäßig nicht unbedeutende Quantitäten von Kieselsäure finden würden. Daß Silicate und zwar in gar nicht zu vernachlässigenden Mengen abgehen, lehren die oben dargestellten Urinanalysen. Daß bei der Epidermis und den Haaren das Gleiche stattfinde, werden wir in der Folge sehen. Bei genauerer Betrachtung erhellt aber, daß die Sache kaum anders sein könne, und daß die Kieselsäure bei dem Assimilationsprocesse des Menschen und der Thiere und vor Allem der Pflanzenfresser eine nichts weniger als untergeordnete Rolle spielen müsse. Jedes Trinkwasser enthält eine geringe Menge Kieselsäure. Mit dem Heu und dem Hafer kommt bei dem Pferde, mit den vegetabilischen Nahrungsmitteln der Pflanzenfresser und der Geschöpfe, welche vermischte Nahrung genießen, kommt ein Quantum Kieselsäure, von dem ein Theil als Silicat vorhanden ist, in den Körper. Das im Magen befindliche Wasser der Getränke und die Säure des Magensaftes müssen einen Theil derselben auflösen und so einen liquor silicum der Alten in das Blut überführen. Es muß dann eine Ablagerung von Kieselsäure und kieselsauren Verbindungen in den Organen erfolgen. Vergleichen wir auch die in der Versuchsreihe des Pferdes gefundenen Werthe, so stimmt Alles zusammen, um diese Ansicht zu bekräftigen.

Durch das Trinkwasser wurden täglich 0,0009 Pfd., durch das Heu 0,3118 Pfd. und durch den Hafer 0,0669 Pfd. Kieselsäure zugeführt. Halten wir uns an die oben bei den Analysen der Futterstoffe vorgeschlagenen Combinationen, so haben wir in der täglichen Ration Heu 0,6305 Pfd. einfaches Kalisilicat, in der des Hafers dagegen 0,0669 Pfd. freie Kieselsäure. In den Excrementen des extraordinären Tages hatten wir 43,731 % Kieselsäure und 17,535 % mit dieser verbundene Alkalien. Berechnen wir dieses ebenfalls als einfaches Kalisilicat, so haben wir 34,695 % einfaches Kalisilicat und 26,571 % freier Kieselsäure. Reduciren wir diese Werthe auf 0,5811 Pfd. täglicher Excrementasche, so haben wir in diesen 0,2016 einfaches Kalisilicat und 0,1544 Pfd. freier Kieselsäure. Durch den Urin gingen im Mittel täglich 0,0200 Pfd. einfachen Kalisilicates ab. Erhöhen wir der Consequenz wegen diese Werthe nach den oben angegebenen Zahlen, so haben wir in den Excrementen 0,2419 Pfd. Silicate und 0,1853 Pfd. Kieselsäure, in dem Harne 0,210 Silicate. Wir hätten dann in den sensiblen Ausleerungen 0,2629 Pfd. einfaches Kalisilicat und 0,1853 Pfd. freie Kieselsäure. So wenig auch auf diese Zahlen zu geben ist, so hypothetisch und schwankend sie auch wegen der ihnen zum Grunde liegenden Voraussetzungen sind, so beweisen sie wenigstens so viel, daß ein Quantum Silicats durch den Verdauungsact in Anspruch genommen und keineswegs wieder gänzlich durch den Urin ausgeschieden wird. Zugleich wird aber noch folgender Gang der Verhältnisse angedeutet. Wir haben in den Excrementen weniger Kalisilicat und mehr freie Kieselsäure, als in den Nahrungsmitteln. Am leichtesten ließe sich dies dadurch erklären, daß ein Quantum von Kieselsäure aus den Silicaten durch die Säure der Verdauungssäfte abgeschieden wird, und daß so ein Ueberschuß von Säure, dagegen, da die löslichen so entstehenden alkalischen Salze fortgeführt und größtentheils durch den Urin entleert werden, ein Deficit von Silicaten in den Excrementen entsteht. Nehmen wir an, daß die 0,0009 Pfd. des Trinkwassers durch den Urin abgehen, während die 0,669 Pfd. freier Kieselsäure des Hafers unversehrt den Darmkanal durchlaufen, so blieben 0,1184 Pfd. freier Kieselsäure, welche durch Zersetzung der Silicate entstanden wäre. Als einfaches Silicat entsprechen 0,1184 Pfd. Kieselsäure 0,1210 Pfd. Kali. Wir werden später sehen, daß dieses durch die Summe der durch den Harn entleerten Alkalien nicht widerlegt wird.

4. Schwefelsäure. — Wie die Abrechnungstabellen beweisen, fallen nächst der Kalkerde, den Alkalien, der Phosphorsäure und der Kieselsäure die größten für die übrigen Absonderungen, die Ernährung und das Wachsthum zurückbehaltenen Quanta auf die Schwefelsäure, welche in dieser Beziehung in der gefundenen Abrechnung 0,0420 Pfd., in der berechneten 0,0401 Pfd. hat. Dieses Resultat ist einerseits leicht erklärlich und stimmt anderseits mit den bekannten Verhältnissen des Organismus. In der Asche der Nahrungsmittel entsteht die Summe der Schwefelsäure aus zwei, möglicher Weise aus drei verschiedenen Quellen: 1) aus den schwefelsauren Salzen, welche ursprünglich in dem Organismus vorhanden sind; 2) aus dem Schwefel, welcher alle Proteinkörper begleitet. Diese verbinden sich bei dem Veraschen zu Schwefelmetallen, und ein großer Theil der letzteren oder alle werden durch Befeuchten der Asche mit kohlensaurem oder salpetersaurem Ammoniak oder Salpetersäure und nochmaliges Glühen in schwefelsaure Verbindungen übergeführt. 3) Das Letztere ist mit den Schwefelmetallen, wenn diese von vorn herein in den nicht veraschten Theilen existirten, der Fall. Es müssen daher durchgehends in den Aschen größere Werthe von Schwefelsäure, als in den frischen Theilen

wahrhaft existiren, herauskommen. Natürlicher Weise haben wir gar keinen irgend sichern oder nur wahrscheinlichen Maßstab, ob die Quanta des Schwefels der Nahrungsmittel, welche so als Schwefelsäure erscheinen, den analogen Quantis des Schwefels in den Ausleerungen entsprechen oder nicht, und ob daher im erstern Falle richtige, in dem letztern unrichtige Vergleichungen gemacht werden konnten. Wir können aus den gefundenen Zahlen nur so viel berleiten, daß von den 0,0420 bis 0,0401 Pfd. Schwefelsäure ein Theil zur Bildung von schwefelsauren Salzen (und Schwefelmetallen) verwendet wird, während ein anderer Theil den Schwefel, welcher zum Umsatze der Proteinkörper und anderer Weichtheile (wie des Nervensystems u. dgl.) nothwendig ist, verschafft. Daß so ein großer Werth für den Schwefel herauskomme, ist von selbst klar. Uebrigens werden wir auf diesen Gegenstand noch bei Gelegenheit der Phosphorsäure zurückkommen.

Vergleichen wir die Menge der Schwefelsäure in den Excrementen und dem Urine, so sehen wir, daß das Quantum der letztern das der erstern bedeutend übertrifft. Auch diese Sache ist sehr leicht erklärlich. Mit Ausnahme der schwerlöslichen schwefelsauren Kalkerde sind alle schwefelsauren Salze, welche durch die Nahrungsmittel in den Organismus gebracht werden, mehr oder minder leicht im Wasser löslich. Sie werden also durch das Trinkwasser und die Verdauungssäfte aufgenommen, gelangen in das Blut und werden, sofern sie nicht sonst verbraucht werden, durch den Harn wieder abgeführt. Hierbei muß ich jedoch noch auf eine Schwierigkeit aufmerksam machen. Abgesehen von dem schwefelsauren Kalke, der ebenfalls, da die Excrementasche nur phosphorsaure und kohlensaure Kalksalze enthielt, zersetzt werden muß, haben wir in dem Heu 0,0569 Pfd. schwefelsaure Magnesia, in dem Hafer 0,0047 Pfd. schwefelsauren Talk und 0,0058 Pfd. schwefelsaures Natron, im Ganzen daher 0,0613 schwefelsauren Talk und 0,0058 schwefelsaures Natron. — 0,0613 Pfd. schwefelsaurer Magnesia entsprechen 0,0405 Pfd. und 0,0058 Pfd. schwefelsaures Natron 0,0033 Pfd. Schwefelsäure. Wir hätten somit im Ganzen 0,0438 Pfd. Schwefelsäure, welche durch die Art, wie sie mit Basen verbunden ist, einen leichten Uebergang in das Blut und von da in den Harn finden müßten. Der letztere entleert aber nur 0,0187 Pfd. Schwefelsäure, also viel weniger, als schon in denselben gelangen müßte, wenn die schwefelsaure Magnesia einfach in Wasser aufgelöst und mit diesem in den Harn übergeführt wurde. Da aber, wenn dieses der Fall wäre, auch 0,0208 Pfd. Talkerde aufgelöst werden müßten, in der That aber nur 0,0039 Pfd. Magnesia für den Harn und 0,0080 Pfd. Talk für die übrigen Absonderungen, die Ernährung und das Wachsthum abgehen, folglich im Ganzen nur 0,0119 Pfd. Talk übergeführt werden, so folgt daraus, daß, wenn die obigen Combinationen sich nicht weit von der Wahrheit entfernen, bei der Verdauung aus Ursachen, die noch nicht klar sind, die schwefelsaure Magnesia nicht auf die eben geschilderte einfache Weise zerlegt wird. Entweder wird alle schwefelsaure Magnesia sogleich aufgelöst und aus ihr ein Theil der Talkerde als kohlensaure, oder in einer andern unlöslichen Verbindung abgeschieden. Oder die Natur entzieht einem Theile des schwefelsauren Talkes seine Schwefelsäure und läßt die Magnesia als unbrauchbar zurück. Auch wenn wir nicht die berechnete, sondern die gefundene Abrechnung zum Grunde legen, kommen wir zu demselben Resultate. Dieses bleibt bei der großen Differenz auch ungeändert, wenn wir selbst den für die organischen Substanzen verbrauchten Schwefel mit in Betracht ziehen. Auch bei dem Chlor werden wir rücksichtlich des Chlormagnesiums zu dem gleichen Ergebniß gelangen. Offenbar hängt diese

ganze mehr die Talkerde, als die Schwefelsäure betreffende Sache mit dem noch mysteriösen Verhältnisse, weßhalb so wenig Bittererde assimilirt wird, zusammen.

5. Chlor. — Für diesen Stoff haben wir die kleinsten Assimilationswerthe von allen, in der Versuchsreihe quantitativ untersuchten Körpern. Sonst kehren aus leicht begreiflichen Gründen ähnliche Verhältnisse, wie für die Schwefelsäure wieder. Auch hier bedingt die leichte Löslichkeit der Verbindungen in Wasser, daß der größere Theil derselben ohne Schwierigkeit in das Blut tritt und von da in den Harn übergeführt wird. Wir finden daher in der berechneten Tabelle auf 0,0301 Pfd. Chlor der Nahrungsmittel in den Excrementen nur 0,0131 Pfd. (und wahrscheinlich nicht selten noch weniger), in dem Urine dagegen 0,0147 Pfd. Da kein Chlor für die organischen Elemente abgegeben zu werden braucht (wie dieses bei dem Schwefel und dem Phosphor der Fall ist), da ferner in den Aschen der Säfte selbst keine übermäßige Menge Chlor existirt (denn ein sehr großer Theil der in dem Magensafte befindlichen Chlorwasserstoffsäure geht in den Chymus und von da mit dem Chylus in das Blut, und von hier in die Absonderungen und vorzüglich den Harn ein), so dürfte sich hieraus erklären, warum der Assimilalationswerth des Chlors so sehr klein ausgefallen. (0,0023 Pfd. nach der berechneten und 0,0052 Pfd. nach der gefundenen Tabelle.) Ich kann nicht glauben, daß sich in meine Chlorbestimmungen ein wesentlicher Fehler eingeschlichen. Denn bei der Analyse der Aschen der Excrete beging ich stets die Vorsicht, die gehörig angesäuerte Flüssigkeit, sobald sie durch salpetersaures Siberoxyd gefällt war, durch Umhüllung des Gefäßes mit Papier vor dem Lichte zu schützen und so absetzen zu lassen. Auch filtrirte ich den Niederschlag in der Regel noch vollkommen grauweiß. Es ist daher nicht möglich, daß sich bei der Chlorbestimmung der Aussonderungen Silber, welches durch die Einwirkung des Lichtes niedergeschlagen worden, eingeschlichen habe.

Wir haben in dem Trinkwasser 0,0004 Pfd. und in dem Heu 0,0371 Pfd., daher in den gesammten Nahrungsmitteln 0,0375 Pfd. Chlormagnesium. Diese entsprechen 0,0276 Pfd. Chlor. Nun wurden aber im Ganzen nur 0,0170 Pfd. Chlor aufgenommen und von diesen 0,0147 Pfd. durch den Harn wieder entleert. Zu den 0,0375 Pfd. in den Speisen und Getränken vorhandenen Chlormagnesium gehören 0,0099 Pfd. Magnesium = 0,0161 Pfd. Magnesia. Im Ganzen wurden aber nur 0,0119 Pfd. Magnesia assimilirt und von diesen 0,0039 Pfd. durch den Urin abgeführt. Wir sehen also wieder hieraus, daß, wenn anders die Combination richtig ist, unmöglich alles Chlormagnesium im Ganzen in den Organismus eingehen kann, sondern daß seiner ganzen Quantität oder nur einem Theil derselben das Chlor entzogen, die Talkerde dagegen zurückgelassen werden muß.

6) Phosphorsäure. — Ihr Assimilationswerth ist, wie schon früher bemerkt wurde, nächst dem der Kalkerde der größte von den Aneignungswerthen aller untersuchten Stoffe, 0,1138 ℔ nach der gefundenen und 0,1119 ℔ nach der berechneten Tabelle. Es ist jedoch zu bemerken, daß diese Zahlen, ihre Richtigkeit vorausgesetzt, etwas zu groß sind, weil in den Urinen diejenige Menge Phosphorsäure, welche mit Alkalien verbunden ist, quantitativ nicht bestimmt worden. Da die Flüssigkeiten, aus welcher die Schwefelsäure als schwefelsaure Baryterde gefunden worden, stets dem Gange der Analysen gemäß durch Salpetersäure und Chlorwasserstoffsäure stark sauer waren, so können die mit den Alkalien verbundenen Quanta der Phosphorsäure des Harns nicht in den Zahlen für die Schwefelsäure enthalten sein. Wie schon früher angeführt wurde, haben wir die Quantität

der assimilirten Phosphorsäure auf zwei verschiedene Verhältnisse zu vertheilen. Einerseits ist der in den neu ein- und angebildeten organischen Theilen nach Mulder befindliche Phosphor in ihr enthalten, und anderseits erzeugt sie die zum Ersatz und Wachsthum der Organe nothwendigen phosphorsauren Salze. Schon bei der Kalkerde ist die Berechnung geliefert worden, daß jedenfalls, es gehe von dem Werthe der Phosphorsäure für den Phosphor der organischen Stoffe noch so wenig hinweg, Kalkerde genug vorhanden ist, um mit dem Reste basisch phosphorsaure Kalkerde darzustellen. Daß bei der geringen Zahl von assimilirter Talkerde und dem großen Werthe assimilirter Phosphorsäure die Materialien zur Bildung des phosphorsauren Talkes nicht mangeln, versteht sich von selbst.

Rücksichtlich des phosphorsauren Talkes läßt sich eine ähnliche Deduction, wie schon bei der Schwefelsäure und dem Chlor gemacht worden, hier nicht consequent durchführen. Wir haben in dem Hafer 0,0153 Pfd. phosphorsaurer Bittererde = 0,0056 Pfd. reiner Talkerde. Nun sind aus den Nahrungsmitteln 0,119 Pfd. Magnesia aufgenommen und 0,0039 Pfd. durch den Urin wieder abgeschieden worden. Es ließe sich daher gar wohl denken, daß die gesammte phosphorsaure Bittererde, welche durch den Hafer eingebracht worden, in den Organismus übergegangen ist. Anderseits ließe sich annehmen, daß die Magnesia, wie ihre Schwefelsäure und Salzsäure, so auch ihre Phosphorsäure verloren habe und, soweit sie nicht resorbirt worden, in kohlensaure Bittererde übergegangen sei. Welche Annahme der Wahrheit entspreche, müssen künftige Erfahrungen lehren.

Nach den Untersuchungen von Mulder enthält das Eiweiß 0,33% Phosphor und 0,68% Schwefel, der Faserstoff 0,33% Phosphor und 0,36% Schwefel, der Käsestoff 0,36% Schwefel und gar keinen Phosphor. Couërbe giebt für sein Cerebrot auf 2,332% Phosphor 2,138% Schwefel, für sein Cephalot auf 2,544% Phosphor 1,954% Schwefel an. Wir können nach diesen Daten vorläufig annehmen, daß der im Verhältniß zur Phosphormenge größere Schwefelgehalt sicher gegen das umgekehrte Verhältniß in Couërbe's sogenanntem Cephalot compensirend wirkt. Der Mangel des Phosphorgehalts im Käsestoff bei Anwesenheit des Schwefels bildet ein neues Compensationsmoment. Es dürfte daher nicht unrichtig sein, wenn man sich vorstellt, daß für die Proteinkörper und die phosphorhaltigen Fette nicht mehr Phosphor als Schwefel gebraucht wird. In dem Assimilationswerthe der Schwefelsäure (= 0,0401 Pfd.) sind dieser Schwefel und die schwefelsauren Salze (und die Schwefelmetalle) enthalten. Paralleliſiren wir nun die ersteren mit dem Phosphor und die letzteren mit der mit Bittererde verbundenen Phosphorsäure und ziehen daher von dem Assimilationswerthe der Phosphorsäure den der Schwefelsäure ab, so blieben für die Verbindung zu Salzen noch 0,0711 Pfd. Mit Kalk allein vereinigt entspricht diese Menge 0,1379 Pfd. basisch phosphorsauren Kalkes. Ich muß übrigens ausdrücklich bemerken, daß ich dieses auf sehr schwankenden Basen beruhende Räsonnement nur deßhalb hinzugefügt habe, um zu zeigen, daß jedenfalls die Gelegenheit für eine reichliche Bildung von Knochenerde durch den Assimilationsproceß gegeben ist. Zu irgend sicheren Schlüssen sind solche Phantasierechnungen hier, wie an keinem andern Orte geeignet.

7) Alkalien. — Da die alkalischen Salze bei allen Analysen nur aus dem Wasserauszuge oder mittelbar durch das Deficit bestimmt wurden, so lassen sich in dieser Beziehung keine speciellen positiven Schlußfolgerungen machen. Nur eine Betrachtung können wir in folgender Art anstellen.

Bei Gelegenheit der Kieselsäure wurde schon bemerkt, daß wenn eine Zersetzung der kieselsauren Alkalien durch den Verdauungsact statt findet, 0,1210 Pfd. Kali in Verbindung mit anderen elektronegativen Körpern in das Blut gelangen müßten. Da nun der Organismus für keinen Theil eine so große Summe Kali verbraucht, so muß sich, indem noch durch die anderen alkalischen Salze weit mehr Alkalien, als nöthig ist, hinzukommen, die genannte Menge Kali und viel mehr, als dieselbe, in dem Harne wiederfinden. Nun hatten wir für den Urin 0,2546 Pfd. Alkalien (Kali und Natron) größtentheils mit Kohlensäure und zu einem geringern Theile mit Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor verbunden. Berechnen wir des Vergleichs halber diese ganze Summe als einfach kohlensaures Kali, so haben wir 0,1754 Pfd. Kali. Diese Summe des Kali ist natürlicher Weise viel zu groß, weil in der Asche des Urinrückstandes eine bedeutende Quantität Natron vorhanden ist. Sie möge aber auch nur dazu dienen, um überhaupt einen Ueberblick dafür zu geben, daß die aus den Silicaten aufgenommenen Alkalien größtentheils bis gänzlich durch den Urin wieder ausgeschieden werden können. Endlich müssen wir noch zum Schlusse einige Worte

8) über die Kohlensäure hinzufügen. Da bei dem Veraschen des Urins die harn- und hippursauren Alkalien in kohlensaure verwandelt werden, so entsteht dadurch, wie schon früher bemerkt worden, ein neues Quantum von Kohlensäure. Daher auch die kohlensauren Alkalien in der ganzen Abrechnungstabelle die einzige Rubrik, welche keinen positiven, sondern einen negativen Assimilationswerth hat, darstellen. Suchen wir uns von diesen Verhältnissen einen ungefähren speciellen Begriff zu machen, so können wir vielleicht durch folgendes Räsonnement zu diesem Ziele gelangen. Nach der Analyse der Excrementasche des extraordinären Tages waren 17,535% Alkalien mit Kieselsäure zu Silicaten verbunden. Wir müssen daher von dem Werthe für die Alkalien und Kohlensäure = 0,2336 Pfd. 0,1223 Pfd. reine Alkalien abziehen. Die übrigen 0,1113 Pfd. können wir, wenn wir behufs der Deduction von den schwefelsauren und phosphorsauren Alkalien und den Chloralkaloiden absehen, als kohlensaure Alkalien betrachten. Wir hätten dann im Ganzen in den sensiblen Ausleerungen 0,3659 Pfd., in den Nahrungsmitteln 0,4356 Pfd. kohlensaure Alkalien. Es blieben so für die Assimilation 0,0697 kohlensaure Alkalien oder, wenn wir der Consequenz wegen wieder Alles auf Kali reduciren 0,0475 Kali und 0,0222 Pfd. Kohlensäure. Wir sehen hieraus, daß trotz des nothwendigen Ueberschusses der Kohlensäure in der Urinasche und des dadurch erzeugten scheinbar negativen Assimilationswerthes der Alkalien und Kohlensäure durch die Speisen mehr Alkalien (und selbst mehr Kohlensäure oder organische Stoffe, die in solche übergehen) geliefert werden, als durch Excremente und Harn wieder abgehen.

Suchen wir uns nun, und zwar der leichtern Uebersicht wegen, die Assimilationswerthe und die Einnahme- und Ausscheidungszahlen in Lothen zu recapituliren[1]), so würde ein 850 Pfd. schweres, 4jähriges weibliches Pferd für andere Aussonderungen als Koth und Harn, für Ernährung und Wachsthum 4,05 Loth Kalkerde, 0,25 Loth Bittererde, 1,48 Loth Kieselsäure, 0,07 Loth Chlor, 1,28 Loth Schwefelsäure, 3,58 Loth Phosphorsäure, 1,52 Loth

[1]) Es wurde schon oben bemerkt, daß diese Zahlen unmöglich absolut genau sein können und eher etwas zu groß, als zu klein sein dürften. Auch haben sie als für einen individuellen Fall bestimmt, keinen allgemeinern Werth. Sie können daher nur einen ungefähren Begriff über die Assimilationswerthe überhaupt liefern und die gegenseitigen Proportionen der einzelnen Stoffe beiläufig andeuten.

Alkalien, (0,71 Loth aus organiſchen veraſchten Stoffen hervorgegangene Kohlenſäure) verbrauchen. In Verhältniß zu dem Körpergewicht betrüge der Aſſimilationswerth der Kalkerde $^{3}/_{20000}$ oder faſt $^{1}/_{7000}$, der der Bittererde $^{17}/_{5000000}$ oder ungefähr $^{1}/_{100000}$, der der Kieſelſäure $^{11}/_{200000}$, alſo ungefähr $^{1}/_{20000}$, der der Schwefelſäure $^{1}/_{25000}$, der des Chlors $^{5}/_{1000000}$ oder ungefähr $^{1}/_{300000}$, der der Phosphorſäure $^{13}/_{100000}$ oder ungefähr $^{1}/_{7000}$, der der Alkalien $^{7}/_{125000}$ oder ungefähr $^{1}/_{20000}$. Denken wir uns die Perſpirationsmaterie gleichſam als einen Stoff, ſo hätten wir in ihr nach der berechneten und nicht nach der gefundenen Tabelle 0,0040% Kalkerde, 0,0002% Bittererde, 0,0014% Kieſelſäure, 0,0012% Schwefelſäure, 0,0001% Chlor, 0,0034% Phosphorſäure, 0,0015% Alkalien und 0,0007% bei dem Veraſchen gebildeter Kohlenſäure. Im Ganzen hätte die Perſpirationsmaterie 0,0125% Aſchenbeſtandtheile. Die übrigen 99,9775% der Perſpirationsmaterie wären organiſche Stoffe und Waſſer, welche mit Beihülfe des durch das Athmen hinzugefügten Sauerſtoffs faſt gänzlich durch Lungen und Hautausdünſtung als Kohlenſäure und Waſſer davon gingen, da nur das Waſſer und die organiſchen Stoffe anderer noch hierher gehörender Abſonderungen, wie der Hautabſchuppung, der Hautſchmiere, des Naſenſchleims, des Vaginalſchleims, (des ausgeſpuckten Speichels), der Thränen u. dgl. in Abzug kommen.

Da von den zuletzt genannten Abſonderungen die Epidermidalabſchuppung eine der intereſſanteren und ihrer Menge nach annährend beſtimmbaren iſt, ſo wurde das Pferd einige Tage nach den Verſuchstagen des Morgens geſtriegelt und Alles geſammelt. Die Maſſe beſtand faſt durchgängig aus losgeſtoßenen Epidermidalblättchen und ſehr wenig Haaren, und bildete ein ſchmutzig graues voluminöſes, leichtes Pulver. Am erſten Tage erhielt ich auf dieſem Wege 5,909 Grm. = 0,378 Loth, am zweiten 4,846 Grm. = 0,310 Loth, 2,017 Grm. der erſten Abſchuppung gaben 0,469 Grm. = 22,325% Aſche. Von der Abſchuppung des zweiten Tags erhielt Brunner ſogar von 1,000 Grm. 0,280 Grm. = 28% Aſche. Dieſe großen Aſchenmengen finden leicht ihre Erklärung, wenn man bedenkt, daß man in der Maſſe außer den losgeſtoßenen Epidermidalblättchen und den Haarfragmenten noch den feſten Rückſtand des Schweißes hat. In der That waren auch von der Aſche der Abſchuppung des erſten Tags 73,02% der Aſche in Waſſer löslich. In 100 Theilen trockner Abſchuppungsſubſtanz des zweiten Tags fand Brunner 3,754% Kieſelſäure, 3,785 Kalkerde, 0,630 Thonerde, 0,312 Eiſenoxyd nebſt einer Spur von Manganoxyd. Bedenkt man, daß man durch einmaliges Striegeln im Tage nur einen kleinen Theil der Hautabſchuppung erhält und daß die Haare mindeſtens eben ſo kieſelhaltig ſind (in Schweifhaaren ungefähr 2%, in Deckhaaren 5 — 6%) und daß die beiden letzteren zuſammen an einem Pferde ungefähr 7 Pfd. ausmachen, ſo dürfte, abgeſehen von den anderen Theilen, welche noch Kieſelſäure enthalten dürften, die große für die Kieſelſäure erhaltene Aſſimilationszahl nicht mehr befremden.

Wir haben bisjetzt nur diejenigen quantitativen Ernährungserſcheinungen, welche in dem erwachſenen, ausgebildeten Organismus vorkommen d. h. wo durch die tägliche Ernährung das Körpergewicht annahmsweiſe nicht geändert wird, betrachtet. Eine ſolche Vorausſetzung gilt auch für den erwachſenen Organismus mit vollem Rechte, da die höchſt unbedeutenden Veränderungen eines oder weniger Tage bei ſolchen ſtatiſtiſchen Berechnungen gleich Null geſetzt werden können. In größeren Zeiträumen dagegen treten während des ganzen Lebens relative und abſolute Schwankungen der Körpermaſſe und des Körpergewichts in bedeutenderm Grade ein. In erſterer Be-

ziehung z. B. wird, wie ſchon oben beiläufig erwähnt wurde, das Skelett ſchwerer, während die Weichgebilde ſo ſehr an Gewicht abnehmen, daß das Totale der Körperſchwere ſich verringert. Eben ſo bekannt iſt, daß im Laufe des ganzen Lebens durch die Wachsthumsverhältniſſe zuerſt eine bedeutende allmälige Vermehrung, hierauf ein Stillſtand und dann eine Verminderung der Maſſe eintritt. Leider fehlen noch alle Data, um über die Urſachen dieſer Metamorphoſen etwas mehr, als allgemeine, nichtsſagende Redensarten zu beſitzen. Das einzige, was auf dieſem Gebiete gegenwärtig geſchehen kann, iſt, die Veränderungszahlen der Körpergewichte nach den verſchiedenen Jahren zu beſtimmen und die aus ihnen folgenden Schlüſſe zu ziehen. Der folgenden Ueberſicht wurde die von Quetelet[1]) gelieferte Tabelle der mittleren Körpergewichte zum Grunde gelegt. Die von Quetelet noch beſtimmten Größen der Maaße wurden hier nicht benutzt, weil, um ſichere Schlüſſe zu ziehen, gleichzeitige Werthe über die Größen der Körperoberflächen oder die Volumina des Körpers, welche noch fehlen, nothwendig wären. Mit dem Namen der Wachsthumszahl aber bezeichne ich denjenigen Quotienten, welcher herauskommt, wenn man die Differenz der Körperſchwere zweier auf einander folgender Jahre durch das kleinere oder größere Gewicht des jüngern verglichenen Lebensjahres dividirt. Wir haben dann für den Menſchen:

Jahre.	Männliches Geſchlecht.		Weibliches Geſchlecht.	
	Körpergewicht in Kilogrammen.	Wachsthumszahl.	Körpergewicht in Kilogrammen.	Wachsthumszahl.
0	3,20	» » » »	2,91	» » » »
1	9,49	+ 1,960	8,79	+ 2,020
2	11,34	+ 0,200	10,67	+ 0,214
3	12,47	+ 0,099	11,79	+ 0,105
4	14,23	+ 0,141	13,00	+ 0,103
5	15,77	+ 0,108	14,36	+ 0,105
6	17,24	+ 0,093	16,00	+ 0,115
7	19,10	+ 0,108	17,54	+ 0,096
8	20,76	+ 0,087	19,08	+ 0,087
9	22,65	+ 0,091	21,36	+ 0,119
10	24,52	+ 0,082	23,52	+ 0,101
11	27,10	+ 0,105	25,65	+ 0,090
12	29,82	+ 0,100	29,82	+ 0,162
13	34,38	+ 0,153	32,94	+ 0,104
14	38,76	+ 0,127	36,70	+ 0,114
15	43,62	+ 0,125	40,37	+ 0,100
16	49,67	+ 0,138	43,57	+ 0,079
17	52,85	+ 0,064	47,31	+ 0,083
18	57,85	+ 0,095	51,03	+ 0,078
20	60,06	+ 0,038	52,28	+ 0,024
25	62,93	+ 0,048	53,28	+ 0,019
30	63,65	+ 0,011	54,33	+ 0,019
40	63,67	+ 0,0003	55,23	+ 0,016
50	63,46	— 0,003	56,16	+ 0,017
60	61,94	— 0,024	54,30	— 0,033
70	59,52	— 0,039	51,51	— 0,051
80	57,83	— 0,028	49,37	— 0,041
90	57,83	» » » »	49,34	— 0,0007

[1]) Ueber den Menſchen und die Entwicklung ſeiner Fähigkeiten. Ueberſetzt von Riecke. Stuttgart 1838. 8. S. 366.

Aus diesen aus Quetelet's Gewichtstabelle berechneten Wachsthumszahlen können nun folgende Schlüsse gemacht werden: 1) In keinem Jahre ist bei beiden Geschlechtern die Wachsthumszahl der Gewichte so groß als in den beiden ersten Jahren des Lebens. 2) Im zweiten Lebensjahr beträgt sie jedoch nur ungefähr ⅙ des ersten. 3) Bis zu dem achtzehnten Jahre, wo die Wachsthumszahlen von Jahr zu Jahr berechnet werden konnten, zeigt sich bei dem männlichen Geschlechte eine auffallende Schwankung, indem von zwei Jahren an immer mit Ausnahme des fünften bis sechsten abwechselnd eine größere und eine kleinere Wachsthumszahl herauskommt. Bei dem weiblichen Geschlechte ist eine solche Regularität nicht wahrnehmbar. 4) Bis zum achtzehnten Jahre finden wir immer mehr oder minder bedeutende Wachsthumszahlen. Später werden sie viel geringer, so daß sie, für eine Reihe von Jahren genommen, noch kleiner ausfallen, als in den Zeiten der Kindheit und des Jünglings- und Jungfrauenalters von Jahr zu Jahr. Während der Körper in diesen letzteren Lebensperioden mehr Erwerb sich verschafft, hat er später ein mehr conservatives Element. Nichts desto weniger bleibt er aber selbst hier nicht auf eine starre Weise stabil, sondern nimmt noch, Mann wie Frau, bis zu funfzig Jahren immer etwas zu. Mit dem Alter zeigt sich diese geringe Metamorphose in Form einer Abnahme. Erst bei achtzig bis neunzig Jahren wird die Veränderung der absoluten Körperschwere fast unwahrnehmbar. 5) Obgleich mit Ausnahme des zwölften Jahrs, wo eine Gleichheit der Gewichte stattfindet, der weibliche Körper im Mittel immer leichter, als der männliche ist, so hat doch der erstere sehr oft größere Wachsthumszahlen, als der letztere. In den ersten drei Lebensjahren und vorzüglich im ersten wächst das Mädchen verhältnißmäßig mehr als der Knabe. Später schwankt das Verhältniß. Für die Jahre 4, 5, 7, 11, 13, 14, 15, 16 und 18 ergeben sich für das männliche Geschlecht, für die Jahre 6, 9, 10, 12 und 17 für das weibliche größere Wachsthumszahlen. Zu acht Jahren wachsen Knabe und Mädchen gleich. Wir sehen hieraus, daß im Allgemeinen der seine Pubertät erlangende Jüngling verhältnißmäßig mehr an Körpergewicht als die Jungfrau gewinnt. Diese Präponderanz des Mannes bleibt auch bis zu dem Ende des dritten Decenniums des Lebens. Von dreißig bis funfzig Jahren wird die Sache umgekehrt. Der Mann bleibt mehr stabil, während die Frau mehr zunimmt. Daher kommt es auch, daß bei fünfzig Jahren die Wachsthumszahl des Mannes schon eine negative ist, während die der Frau noch eine positive bleibt. Im Greisenalter dagegen sinkt das Gewicht des männlichen Körpers weniger als das der Frau.

Nur der Vollständigkeit wegen und um auf diese Lücke unsers Wissens hinzudeuten und zu deren baldiger Ausfüllung aufzufordern, habe ich diesen letztern Excurs über die quantitativen Wachsthumsschwankungen hinzugefügt. Man sieht leicht, daß diese an und für sich noch so unvollständigen Thatsachen über das Totale des Körpergewichts im Ganzen wenig lehren können. Wir bedürfen specieller ausgedehnter Untersuchungen über die Massen sowohl, als die Volumina der einzelnen Organsysteme, Organe und Gewebe. Erst wenn Tabellen der Art, welche sich auf hinreichend große Zahlen von Einzelerfahrungen stützen, da sein werden, werden wir uns einen klareren Begriff über die allgemeinen quantitativen Normen der Wachsthumsveränderungen machen können.

3) Stoffverhältnisse der Ernährungserscheinungen. — Wir haben in dem ersten Abschnitte die anatomischen Thatsachen, welche sich

auf die Ernährungsveränderungen beziehen, dargestellt. In dem zweiten Theile suchten wir nach den sparsamen, noch zu liefernden Materialien den Ernährungsproceß arithmetisch zu verfolgen. Diesem Streben lag die gewiß nicht unrichtige und wahrhaft aufgefaßt der erhabensten Idee des Organismus entsprechende Ansicht, daß der Körper die regulirteste Maschine, ein pünktliches und sicheres, durch fortwährenden Stoffwechsel hervorgerufenes Uhrwerk sei, zum Grunde. Daß in diesem Abschnitte schon die Verhältnisse einzelner Einnahmen und Ausgaben, schon die Veränderungen einzelner Stoffe besprochen werden mußten, war unvermeidlich. Allein eine vollständige Darstellung der Chemie der Ernährungsvorgänge war noch nicht möglich, weil nicht nur nicht alle, sondern sogar die meisten der hierher gehörenden Processe aus Mangel an hinreichenden Thatsachen noch nicht numerisch zu verfolgen sind. Deßhalb wurde der Schilderung dieser Phänomene der gegenwärtige Abschnitt angewiesen. Bevor wir aber in die Details eingehen, müssen wir einige mehr historische Bemerkungen vorausschicken.

Daß der Stoffwechsel, welcher durch die Ernährungs- und Wachsthumsverhältnisse zu Stande kommt, der Grundfactor aller materiellen Phänomene des Organismus sei, ist eine Wahrheit, welche schon seit den Anfängen der wissenschaftlichen Medicin gefühlt und mehr oder minder klar ausgesprochen worden ist. Zu einer speciellen Durchführung fehlte das Material, die objective sichere chemische Kenntniß. So lange die Chemie nur Alchymie war, konnte sie, damals eine Phantasiewissenschaft, auch nur phantastische Anwendungen hervorrufen. Daher die mit Recht der Vergessenheit anheimgefallenen Theorieen von Paracelsus, van Helmont, de la Boë Sylvius und deren Schulen. Mit der Entdeckung der Luftarten begann auch sogleich die Anwendung auf Pflanzen- und Thierphysiologie. Die Grundwahrheiten über Ernährung und Athmung, an welchen wir heute noch zehren, rühren aus dem Ende des vorigen und dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts her, und gerade wesentliche Lehren der neuesten Zeit, z. B. über die Sauerstoffaushauchung der Gewächse, die Kohlensäure-Bildung im Blute, die Ursachen der thierischen Wärme beweisen, daß die Wissenschaft nach einer Reihe dazwischen liegender Irrthümer und unbegründeter subjectiver Annahmen zu den ursprüglichen, einfacheren und richtigeren Ansichten zurückkehren muß. Mit Ausnahme der neuesten Zeit ruhte aber diese chemische Richtung der Physiologie mehr, als man auf den ersten Blick erwarten sollte. Von Chemikern pflegten sie nur der große Berzelius und einzelne Fachgelehrte vorzüglich Englands, Frankreichs und der Schweiz und nur zum Theil Italiens und Deutschlands. Die Ursache dieses geringern Eifers scheint in folgenden Verhältnissen zu liegen. 1) Auf deutschem Boden wirkte die Naturphilosophie für diese objective Richtung am meisten hemmend. Die Formverhältnisse erlauben noch eher scharfsinnige und phantasiereiche Zusammenstellungen, als nicht hinreichend basirte chemische Data. 2) Die vorherrschende vergleichend anatomische Richtung zog mehr zu den morphologischen Studien hin. 3) Die ersten chemisch physiologischen Erfahrungen verleiteten Einzelne, z. B. Girtanner und viele Naturphilosophen, zu phantastischen Theorien, z. B. von Wasserstoff-, Sauerstoff- und dergl. Krankheiten. Wie aber gerade die chemischen Phantasmen ohne reelle Begründung die widerlichsten sind, so mußten solche Versuche nur abschrecken und dahin führen, daß, wenn ich mich so ausdrücken darf, das Kind mit dem Bade entfernt, d. h. die chemische Richtung über-

haupt verlassen wurde. Dazu kam 4) daß man, von unrichtigen Principien geleitet, den Organismus erst dann genügend beurtheilen zu können glaubte, wenn man ihn von aller Mathematik, von aller chemischen Gesetzgebung emancipirte und in einen mysteriösen Nimbus geheimer Kräfte und paradoxer Erscheinungen einhüllte. Endlich 5) war die organische Chemie selbst der Anwendung auf die Physiologie nicht gewachsen. Die Elementaranalysen waren in zu geringer Zahl und zu unvollständig, zu wenig brauchbar, als daß bleibende Sätze entnommen werden konnten. Trotz dieser Hindernisse ging die wahre Grundidee, daß die materiellen Lebenserscheinungen auf chemischer Basis ruhen, nie unter. Männer, wie Berzelius, Prout, Brande, Chevreul, Sauſſure, Marcet, Macaire, Laſſaigne, und in Deutschland, wo solche Meinungen die meisten Hindernisse fanden, Tiedemann und Gmelin, Ermann u. A. blieben stets treue Anhänger des Princips und förderten unsere Kenntnisse in diesem Sinne. Mit dem Erwachen einer allgemeinern wieder rein objectiven Richtung, auf welche später die verbreitetere mikroskopische Untersuchung folgte, wurde auch die chemische Beobachtung reger. In oft wiederholten Aussprüchen wurde auf das gleichmäßige Fortschreiten der Morphologie und Chemie gedrungen. Die organische Chemie kam auch auf ihrem Wege diesem Ziele näher. Der größte Theil der Chemiker hatte bisher ein ihnen und nicht den Physiologen gebührendes Feld mit weniger Liebe als die übrigen Abtheilungen ihrer Wissenschaft gepflegt. Nachdem aber die organische Chemie die einfacheren organischen, vorzüglich vegetabilischen Körper in genauerer elementaranalytischer Untersuchung absolvirt hatte, mußte sie nothwendig zu den zusammengesetzteren pflanzlichen und thierischen Stoffen und von da zu Fragen kommen, welche unmittelbar in die Physiologie eingreifen. Liebig und seine Schule gingen in diesem nothwendigen Wege voran, und arbeiten eben an einem Werke, an welchem Anatom und Chemiker gemeinschaftlich bauen müssen, damit ein sicheres physiologisches Resultat herauskommt. In solchem Sinne erscheinen denn auch die Leistungen der neuesten Zeit, zu welchen die von Liebig, Mulder, Vogel, Scherer, Jones, Simon, Lehmann, Scharling u. A. gehören.

So viel Ersprießliches und wesentlich Förderndes aber auch diese Richtung geleistet hat und noch zu leisten verspricht, so wenig dürfen wir von ihr Alles erwarten, so äußerst kritisch müssen wir mit der Annahme der Resultate verfahren. Es liegt in der Natur des menschlichen Geistes, daß er in der Erforschung der Gesetze der organischen Welt, in seinen Bemühungen zwar oft herrlich belohnt, aber noch öfter in seinen Hoffnungen getäuscht und zu Zweifel und Ungewißheit zurückgeführt, jede neue Bahn als eine Panacee, die Alles leisten solle, anzusehen verleitet wird. Als die mikroskopische Untersuchung z. B. aufkam, glaubten Viele, daß alle Krankheiten mit Hülfe des Mikroskopes sicherer diagnosticirt werden könnten. Zum Theil gingen Erwartungen der Art in Erfüllung. Allein das bald constatirte Resultat, daß z. B. kein mikroskopisches Kriterium für die einzelnen, sogenannten specifischen Eiterarten, wie die syphilitischen, die scabiösen und dgl. existiren, daß die Neubildungen in gutartigen und bösartigen Geschwülsten keine wesentlichen Grunddifferenzen ihrer Gestalten unter dem Mikroskope zeigen und dgl., führten diese übergroßen Erwartungen auf ihren gerechten gemäßigten Standpunkt zurück. Es läßt sich vermuthen, daß ähnliche Erscheinungen auch in Betreff der wieder aufwachenden chemischen Richtung, die Vieles, aber nicht Alles leisten kann, eintreten werden. Aus mehr als

einem Grunde müssen wir aber gerade den chemischen Resultaten, wenn sie bleibend werden sollen, die schärfste Prüfung angedeihen lassen. Die Beurtheilung und Deutung morphologischer Gegenstände ruht bei weitem mehr auf sicheren, leicht zu constatirenden und schärfer zu beobachtenden sinnlichen Erscheinungen, als die der chemischen. Dieser Ausspruch gilt selbst, wenigstens meiner Ueberzeugung nach, für die soliden mikroskopischen Untersuchungen. Sehr viele morphologische Thatsachen sind einfache Naturanschauungen. Jedes chemische Resultat stützt sich mehr oder minder auf Naturanschauungen und Schlußfolgerungen. Wir erhalten in der chemischen Zerlegung z. B. die Quanta der einzelnen Elemente. Ihre gegenseitige Combination ist dem subjectiven Urtheile überlassen. Ob der Griff richtig sei oder nicht, kann oft durch Gegenerfahrungen entschieden werden, bleibt aber nicht selten der Zukunft anheimgestellt. Die Apparate und Grundlagen, welche zu morphologischen Beobachtungen dienen, sind einfacher. Daher bei ihnen, wenn die Mittel mit gehöriger Bedachtsamkeit und Präcision gebraucht werden, die Irrthümer leichter vermieden werden können. Nicht so in der Chemie überhaupt und der organischen insbesondere. Daß dieser Ausspruch nicht zu herb sei, beweis't gerade die neueste Zeit. Alle noch so gewissenhaft angestellten chemischen Elementaranalysen setzen voraus, daß das Quantum des angewandten organischen Stoffes vollständig verbrannt werde. Man erreicht dieses Ziel vollkommener durch chromsaures Bleioxyd, als durch Kupferoxyd. Für die kohlenstoffreichen, oft sich bei dem Verbrennen aufblähenden und ein nicht unbedeutendes Aschenquantum enthaltenden organischen Materien ist dieses von Wichtigkeit und ändert, wie wir noch im Laufe dieses Artikels sehen werden, die Resultate auf eine nicht unbedeutende Weise. Welche Correctionen der Formeln wird nicht die einzige aus den neuesten Untersuchungen von Liebig und Rettenbacher, Dumas und Staß, Erdmann und Marchand folgende Thatsache, daß das Atomgewicht des Kohlenstoffs bisher mindestens um 1 und wahrscheinlich um mehr zu groß angenommen worden, bei den thierischen Stoffen, welche oft so bedeutende Atomenzahlen haben, hervorrufen? Welche große Genauigkeit in der Bestimmung des Wasserstoffes setzt nicht das leichte Atomgewicht dieses Körpers voraus, und wie leicht können nicht bei den großen Atomgewichten der thierischen Körper, auch bei der größten Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit ein oder mehrer Atome Wasserstoff zu viel oder zu wenig angegeben werden? Die genauesten Elementaranalysen von Mulder, Liebig u. A. haben das Resultat geliefert, daß Albumin, Fibrin und Casein des pflanzlichen wie des thierischen Körpers Eine Zusammensetzung rücksichtlich des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs, des Stickstoffs und des Sauerstoffs haben. Nach Liebig, Playfair und Boeckmann sollen Blut und Muskelfleisch des Ochsen in ihren organischen Elementen und ihren Aschenmengen vollkommen identisch sein. Gegen diese gründlichen und übereinstimmenden Arbeiten so ausgezeichneter Chemiker läßt sich gewiß, am allerwenigsten von einem der Chemie fremden Laien etwas einwenden. Allein worin liegt es, daß sie in so verschiedenen morphologischen Verhältnissen erscheinen, daß die Natur eigene sehr complicirte Apparate schafft, um den einen Körper in den andern zu verwandeln? — Fragen, auf die wir noch in der Folge zurückkommen werden und für deren Beantwortung wir gegenwärtig nichts als Hypothesen oder noch nicht absolut gewisse chemische Data haben[1]). Endlich liegen

[1]) Siehe unten bei den Nahrungsmitteln.

noch zwei andere Momente in dem gegenwärtigen Zustande der organischen Chemie selbst. Wir besitzen noch keine quantitative Mikrochemie. Wir müssen alle Stoffe, welche zu analysiren sind, in so großen Mengen haben, daß wir ihre Beschaffenheit nach dem freien Auge zu beurtheilen gezwungen sind. Wie so nothwendigerweise bei thierischen Substanzen sehr heterogene, nur durch das Mikroskop zu unterscheidende Gemengtheile hineinkommen, ist demjenigen, welcher allgemeine Anatomie mit Beihülfe von vergrößernden optischen Apparaten studirt hat, von selbst klar. Ob diese Beimischungen bisweilen Aenderungen und Compensationen in den Zahlen hervorrufen können, läßt sich bis jetzt noch nicht im Allgemeinen bestimmen. Im günstigsten Falle können wir annehmen, daß diese Beimengungen, welche viel zu groß sind, als daß sie allen Einfluß entbehren sollten, bei der Aehnlichkeit der Elementarformeln der Haupttheile des thierischen Körpers keine wesentlichen Fehler hervorrufen. Eben so enthalten viele ausgebildete Theile, so wie sie in bedeutenderen Mengen darstellbar sind, sehr verschiedene Entwicklungsstadien der Gewebe in sich. So die Oberhaut, die Nägel, die Hornbildungen überhaupt, die Krystalllinse, die mittlere Arterienhaut, die Pigmentbildungen u. dgl. Das Resultat kann hier nur ein statistisches sein. Von fast noch größerm Einflusse, als diese Momente, ist der Gang, welcher uns von dem heutigen Stande der organischen Chemie angewiesen wird. Wir können nur Elementaranalyse mit Elementaranalyse vergleichen. Nun ergiebt sich aber, daß die verschiedenen bis jetzt untersuchten thierischen Theile in ihren elementaranalytischen Formeln keine den morphologischen Verhältnissen entsprechenden Variationen zeigen, sondern sich in jener ersteren Beziehung innerhalb ziemlich enger Grenzen bewegen. In dem lebenden Körper elementaranalysirt aber die Natur nur dasjenige, was sie entfernen und zwar in unorganischen Combinationen fortschaffen will. Wenn sie organische Stoffveränderungen hervorruft, so beschränkt sie sich auf weniger energische Umsetzungen, deren größten Theil die gegenwärtigen Kenntnisse noch nicht vollständig und meist nicht einmal andeutungsweise zu erläutern vermögen.

Weit entfernt den großen Werth und das vielversprechende der chemischen Richtung herabzusetzen, scheint mir doch gerade hier, ehe die Resultate als sicher constatirt angenommen werden können, eine möglichst scharfe Prüfung unerläßlich. Denn chemische Hypothesen haben vor morphologischen das voraus, daß sie durch ihr nothwendiges Gefolge von Zahlen nicht selten imponiren und so irrthümliche Ansichten weit eher in dem Gewande bewiesener Dinge erscheinen lassen. Auch verleiten sie leicht, zusammengesetztere Processe einfacher anzusehen und so bei genauer Beobachtung in Widersprüche zu verwickeln. Oft sind die Resultate nur bildliche, nicht adäquate Vorstellungen, und meist bieten sie nur Möglichkeiten, nicht bewiesene Schilderungen, wie Processe erfolgen.

In diesem Theile der Darstellung werden wir wiederum zuerst die Ernährung des ausgebildeten Organismus, und hierauf einige Nutritionsphänomene des Embryo und einige Wachsthumserscheinungen während des nachembryonalen Lebens betrachten.

Aus den schon in dem ersten Theile erwähnten anatomischen Verhältnissen und aus chemischen Thatsachen, welche später angeführt werden sollen, müssen wir schließen, daß die organische Masse des Körpers nicht immer stabil dieselbe bleibt, sondern sich fortwährend verändert, alle nicht mehr brauchbaren Bestandtheile ausscheidet und neue Ersatzstoffe statt deren aufnimmt. Die ganze Masse des Thiers oder des Menschen wird so, da diese

Metamorphose wahrscheinlich alle Organtheile betrifft, in einem längern oder kürzern Zeitraum eine andere, ohne plötzliche, dem sinnlichen Auge auffallende Veränderungen erlitten zu haben. Die neuen Stoffe nun, welche auf diese Art in den Organismus geschafft werden müssen, gelangen vorzugsweise durch die Nahrungsmittel in denselben. Denn was vielleicht durch die Haut und vorzüglich durch die Lungen aus der atmosphärischen Luft eingeführt wird, dient im Normale und bei dem gewöhnlichen Zustande des Lebens vorzugsweise nach unserm gegenwärtigen Wissen nur dazu, um zu entfernende organische Materien in unorganische Combinationen verwandeln zu helfen und so fortzuschaffen. Nur tropfbar flüssige Stoffe und die in ihnen gelöst'ten Körper können auch nach Art der Nahrungsmittel durch Einsaugung der äußeren oder inneren Häute oder der Blut- und Lymphgefäße überhaupt zur Assimilation aufgenommen werden.

Die in dem thierischen und menschlichen Körper existirenden einfachen Stoffe sind aber Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor (Jod und Brom?), Fluor, Kiesel, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Eisen, Mangan. Das Vorkommen von Kupfer und Blei ist sehr zweifelhaft. Noch dubiöser ist die in neuester Zeit von Orfila behauptete Existenz von Arsenik. Daß, wie Rees angab, Titan einen Bestandtheil des thierischen Körpers ausmache, wurde durch die Erfahrungen von Marchand, Brunner und mir nicht bestätigt. Die vier zuerst genannten Stoffe sind binär, wie z. B. im Wasser, im Ammoniak, in der Kohlensäure, oder ternär, wie z. B. in den (stickstofflosen) Fetten, oder quaternär, wie in den stickstoffhaltigen Körpern vereinigt. Die übrigen unorganischen Elemente verbinden sich entweder als einfache Körper mit den aus den gewöhnlichen Grundelementen entstehenden organischen Materien, wie z. B., nach der Annahme von Mulder, Schwefel und Phosphor mit Protein zu Eiweiß und Faserstoff, oder combiniren sich, wie in der unorganischen Natur, einfach oder mehrfach binär zu Säuren, Basen und Salzen. Auf dem letztern Wege entstehen so Chlorwasserstoffsäure, Fluorwasserstoffsäure (Phosphorsäure), Chloralkaloide, kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure und kieselsaure Alkalien, kohlensaure und basisch phosphorsaure Kalkerde, Fluorcalcium, kohlensaure, phosphorsaure und schwefelsaure Bittererde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Chloreisen u. dgl. mehr.

Da nach unserm bisherigen Wissen, die Entstehung eines einfachen Körpers aus einem andern, der heutigen Chemie unzerlegbaren Stoffe eine Unmöglichkeit ist und der Organismus auch keine uns bekannten Mittel, etwas der Art zu bewerkstelligen, besitzt, so folgt schon theoretisch, daß, wenn der während des Lebens bestehende Wechsel alle Materien des Organismus betrifft, die Nahrungsmittel auch alle in dem thierischen Körper enthaltenen Grundstoffe in löslichen assimilirbaren Verhältnissen mittelbar oder unmittelbar zuleiten müssen. Theils vermögen sie in Verbindungen, wie sie im Thierkörper vorkommen, durch Speise und Getränk einzutreten, theils aber auch können erst die nöthigen Combinationen in dem Körper hervorgerufen werden. Daß die Speisen alle genannten einfachen Stoffe enthalten, versteht sich fast von selbst. Die Hauptnahrungsmateriale der Thiere oder des Menschen sind Pflanzen oder Thiere. Beide führen mehr oder minder alle genannten einfachen Körper in sich, nur daß einzelne, wie z. B. der Kiesel, mehr im Pflanzenreiche, andere, wie z. B. der Stickstoff, mehr im Thierreiche vorherrschen. Bloß das Fluor verdient in dieser Beziehung einer besondern Erwähnung. Dieser Stoff findet sich in den thierischen oder menschlichen

Theilen, wie z. B. in den Knochen und Zähnen der Geschöpfe der Jetztwelt, nur in äußerst geringer Menge (reichlicher dagegen aus vielleicht leicht erklärbaren Gründen in animalischen Petrificationen). Bei denjenigen thierischen Geschöpfen, welche von animalischer oder gemischter Nahrung leben, hat die Sache keine Schwierigkeit, da hier die verzehrten knochigten Theile anderer Thiere mehr Fluorcalcium, als für die Ernährung der Knochen und Zähne nothwendig ist, unzweifelhaft zuführen. Da jedoch auch die Knochen von Pflanzenfressern, z. B. nach Berzelius die von Ochsenknochen, geringe Mengen von Fluorcalcium enthalten, so muß in der Pflanzennahrung eine Quelle, diesen Stoff herbeizuschaffen, liegen. Bei Pflanzenfutter, welches auf Boden, der Fluormetalle führt, z. B. Glimmerboden gewachsen, dürfte der Uebergang dieser Substanzen in die Pflanze und von da in das Thier leicht begreiflich sein. Ob aber auch gewöhnliche auf keinem solchen Erdreiche vegetirende Gewächse, wie wahrscheinlich sein dürfte, Spuren von Fluormetallen enthalten, ist noch specieller zu untersuchen.

Man könnte sich nun denken, daß die Natur sich damit begnügt, dem thierischen Körper seine nothwendigen einfachen Stoffe zu liefern und es nun diesem überläßt, sie auf die ihm entsprechende Weise zu combiniren. Obgleich dieses, wie wir sehen werden, innerhalb gewisser Grenzen allerdings geschieht, so zeigt sich doch in dieser Hinsicht ein merkwürdiges Gesetz der Einfachheit. Wir finden nämlich, daß sowohl gewisse unorganische, als organische Combinationen im Pflanzen-, wie im Thierreiche fast immer wiederkehren, eine Einfachheit der Zusammensetzung, welche sehr an die durch die vergleichende Anatomie und die Entwicklungsgeschichte nachweisbaren morphologischen Grundtypen erinnert. Von unorganischen Salzen haben wir fast beständig die phosphorsauren und kohlensauren Verbindungen des Kalkes, die kohlensauren des Talkes, oft die phosphorsauren der Bittererde, so wie die kohlensauren und schwefelsauren Combinationen der Alkalien und die Chloralkaloide, nicht selten auch phosphorsaure Alkalien. Die Grundstoffe der organischen Körper selbst zeigen rücksichtlich ihrer Mengen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff eine merkwürdige Identität. Schon die alten, natürlicherweise unvollständigen elementaranalytischen Resultate von Michaelis, Prout, Gay-Lussac und Thénard gaben für das thierische Eiweiß und den thierischen Faserstoff einander nahe Werthe des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs, die jedoch noch zu sehr differirten, als daß man auf eine Identität beider in der Grundzusammensetzung der organischen Elemente schließen konnte. Berzelius hob später die Aehnlichkeit seines Pflanzeneiweißes mit dem thierischen Eiweiße besonders hervor. Mulder aber eröffnete in dieser Beziehung eine neue Bahn, indem er nachwies, daß sich nach vorangegangenem Ausziehen mit Wasser, Alkohol, Aether und Salzsäure durch Auflösen in Kalihydrat, und Fällen durch eine bestimmte Menge Essigsäure aus allen eiweißartigen, faserstoff- und käsestoffhaltigen thierischen Körpern ein Grundkörper, Protein, welcher bei allen genau dieselbe Zusammensetzung der vier organischen Grundelemente habe, erhalten lasse. Da sich nach ihm das Pflanzeneiweiß genau so, wie die bezeichneten Thierstoffe in dieser Beziehung verhält, so ergab sich hieraus, daß beide in der erwähnten Rücksicht identisch sein müssen. Diese Analogie hat Liebig auf eine ausführliche Weise erweitert. Er stellte aus vegetabilischen Producten drei Körper, welche dem Eiweiße, dem Faserstoffe und dem Käsestoffe der Thiere in ihren Eigenschaften und ihren elementaranalytischen Ergebnissen vollkommen parallel gehen und daher auch von ihm

als Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin und Pflanzencaſein aufgeführt werden, dar. Da nun die Exactität der gegenwärtigen elementaranalytiſchen Methoden, bei welchen ſogar der Stickſtoff nicht mehr dem Volumen nach, ſondern durch das Gewicht des erhaltenen Platinſalmiaks nach der Angabe von Varrentrapp und Will beſtimmt worden, nicht erlaubt, anzunehmen, daß die organiſche Chemie noch nicht im Stande ſei, die feineren Unterſchiede, welche in den Combinationen der vier Grundelemente in Eiweiß, Faſerſtoff und Käſeſtoff der Pflanzen und der Thiere exiſtiren, nachzuweiſen, ſo bleiben nur zwei Erklärungsarten möglich: 1) man nimmt mit Lehmann an, daß zwar in dem Eiweiße, dem Faſerſtoffe, dem Käſeſtoffe dieſelben Atome C, H, O, N enthalten ſind, daß aber eine andere Gruppirung derſelben Grundformel in Albumin, Fibrin und Caſein ſtattfindet. Es müſſen hieraus natürlicherweiſe für jeden dieſer Körper andere organiſche Radicale und andere mit dieſen verbundene Elemente oder bei demſelben Radicale andere Combinationen der übrigen Elemente entſtehen. Daher ihre äußere Verſchiedenheit. Es iſt aber, ſo viel ich weiß, bis jetzt keine empiriſche Erſcheinung in der Thierchemie (wohl aber in der Pflanzenchemie) bekannt, welche eine ſolche Vorſtellung begründete, obgleich anderſeits die ganze Unterſuchungsweiſe noch zu neu und zu unvollſtändig iſt, als daß ſich darüber mit Beſtimmtheit urtheilen ließe. Oder 2) man ſucht die Urſache der Verſchiedenheit nicht ſowohl in den vier ſogenannten organiſchen Grundelementen, als in den Combinationen, welche die organiſchen Subſtanzen mit anderen einfachen Stoffen, Schwefel, Phosphor, alkaliſchen und erdigen Salzen eingehen. Die ſogenannten Aſchenbeſtandtheile würden dann nicht, wie dieſes in der bisherigen Behandlung der organiſchen Chemie meiſtentheils geſchah, gewiſſermaßen als ein Nebenbeiwerk einhergehen, ſondern eben weſentliche Differenzen der verſchiedenen organiſchen Subſtanzen hervorrufen. Mulder wurde offenbar von dieſer Idee geleitet, indem er die Unterſchiede von Eiweiß, Faſerſtoff und Käſeſtoff in den Schwefel- und Phosphoratomen, welche mit dem Protein verbunden ſeien, ſuchten. Liebig und Scherer neigen ſich, wenn ich nicht irre, mehr zu der Ueberzeugung hin, daß die alkaliſchen und erdigen Salze, welche die organiſche Subſtanz enthält, von bedeutendem Einfluſſe ſeien. Zur beſtimmten Beurtheilung ſind aber auch hier die gegenwärtigen Erfahrungen nicht reif, weil bisher die organiſche Chemie faſt ausſchließlich ihre Aufmerkſamkeit auf die feuerflüchtigen Beſtandtheile gerichtet und die Aſche zu ſehr in den Hintergrund geſtellt hat. Faſſen wir, wie dieſes wohl ohne Zweifel früher oder ſpäter geſchehen wird, die organiſche Subſtanz als Ein Ganzes auf, ſo muß die zweite Betrachtungsweiſe der Wahrheit mehr anſprechen, obgleich ſie natürlicher die erſtere nicht ausſchließt und beide in einzelnen Fällen neben einander ſehr gut beſtehen können [1]).

---

[1]) Wie wir uns auch die Sache vorſtellen mögen, ſo ſtoßen wir nach dem gegenwärtigen Wiſſen auf Dunkelheiten. Daß eine bloß verſchiedene Gruppirung der Atome der organiſchen Grundelemente die Unterſchiede hervorrufe und daß die Aſchenbeſtandtheile hieran keinen Theil haben, wird allerdings dadurch unterſtützt, daß wir in der Pflanzenchemie heterogenen Stoffen, welche keine Aſche überhaupt beſitzen, mit gleichen Atomenformeln begegnen. Auch erſcheinen in den Gewächſen die unorganiſchen Elemente als etwas Secundäres, welches nach dem Boden, auf welchem die Vegetabilien ſich entwickeln, unendlich variirt. Es erhält daher in dieſer Beziehung das Anſehen, als rührten die unorganiſchen Subſtanzen nur von demjenigen, was durch das eingeſogene Waſſer nothwendig eingeführt werden muß, her. Allein die auch hier beſtehende Auswahl einzelner Elemente und das Zurückſtoßen anderer

Durch diese Untersuchungen ist aber eine schöne Parallele zwischen Morphologie und Chemie der organischen Wesen dargethan. Wir haben in beiden organischen Reichen gleiche Grundformen und gleiche Grundmischungen, Zelle und Protein. Wie aber die ursprüngliche embryonale Zelle in ihrer kugelrunden Gestalt, mit ihrer so sehr dünnen Wandung, mit ihrem einfachen, gegen chemische Reagentien so empfindlichen Inhalte, ihrem eigenthümlichen Kerne im ausgebildeten Organismus nirgends mehr vorkommt, so existirt wahrscheinlicherweise im ausgebildeten Körper nirgends reines Protein[1]). Wie aber alles Wachsthum und selbst alle durch die Ernährungserscheinungen zu Stande kommenden morphologischen Veränderungen nach den Gesetzen der Zellenmetamorphose vor sich gehen, wie alle pathologischen Neubildungen denselben Normen gehorchen, so bedürfen die Proteinkörper, wie sich schon jetzt aussprechen läßt, nur bestimmter untergeordneter Veränderungen, welche sich auf den Wechsel von Atomen der vier organischen Grundelemente und der Aschenbestandtheile beschränken, um die verschiedenen Organtheile herzustellen.

Diese größere Einfachheit der Mischungen der organischen Hauptkörper reducirt aber auch einen Theil des Ernährungsprocesses auf einfachere Acte, als ohne sie möglich wäre. Indem der Mensch oder das Thier pflanzliche oder thierische Nahrung genießt, werden ihm den Hauptkörpern seines eignen Organismus sehr verwandte Mischungen zugeführt. Aus der von ihm wahrgenommenen Thatsache, daß das Protein des Pflanzeneiweißes mit dem des thierischen Albumin, Fibrin und Casein identisch sei, schloß schon Mulder, daß die Hauptstoffe, deren das Thier zu seiner Erhaltung und Vergrößerung bedarf, durch vegetabilische Speisen beigebracht werden können. Liebig dehnte dieses durch die von ihm überdies gefundene Identität von Pflanzenfibrin und Pflanzencasein mit dem thierischen Faserstoffe und dem thierischen Käsestoffe weiter aus. Halten wir aber diese Thatsachen fest, so gelangen wir in Betreff der Nahrungsmittel zu zwei eigenthümlichen Folgerungen. 1) Man unterscheidet bis jetzt vegetabilische und thierische Nahrungsmittel. Die ersteren müssen aber nun nothwendig ihrer speciellen Beschaffenheit nach unter zwei sehr verschiedene Rubriken gehören. Die einen, wie

---

dürfte gegen eine solche Ansicht zeugen. In dem Thiere ist zwar der Kreis der unorganischen Stoffe, welche mit der Nahrung in den Körper eingeführt werden, kleiner. Da jedoch, wie wir später sehen werden, auch hier nur gewisse Quanta angenommen und andere trotz ihrer Löslichkeit durch die Excremente entfernt werden, so dürfte dieses doch dahin deuten, daß die Aschen eben so wesentlich als die organischen Grundelemente seien. Nun läßt sich aber dieses, da sie nicht bloß in flüssigen, sondern auch in festen Theilen vorkommen, kaum anders denken, als daß sie zur Constitution der organischen Substanz unerläßlich sind und nicht bloß dazu dienen, in Wasser unlösliche organische Körper aufgelöst zu erhalten, oder umgekehrt leicht lösliche vor der Auflösung zu schützen. Ueberdies dürfen wir nie vergessen, daß eine Annahme, wie die, daß die Atome in dem Eiweiße anders, als in dem Faserstoffe gruppirt seien, zwar sehr gut denkbar ist, daß sie aber, so lange sie nicht durch directe Thatsachen bewiesen und in ihren Specialitäten erläutert werden, nur eine geistvolle Redensart statt eines Bekenntnisses der Unwissenheit darstellt.

[1]) Dieser Ausspruch, daß reines Protein wahrscheinlich nirgends in dem erwachsenen Organismus vorkomme, könnte auf Widersprüche stoßen. Von vorn herein ließe sich aber antworten, daß nach Mulder das reine Protein außer C, H, O, N keine Elemente enthält. Ueberall, nur nicht in dem Fleische der Austern fand er es mit Schwefel und Phosphor verbunden. Allein selbst diese Ausnahme ist durch die neueren Gegenerfahrungen von Lehmann (Lehrbuch der physiologischen Chemie. Bd. I. 1842. S. 172, 73.) wieder wankend gemacht worden.

das Eiweiß, der Faserstoff und der Käsestoff der Vegetabilien bedürfen nur geringer Veränderungen, um in Hauptstoffe des thierischen Körpers übergeführt zu werden. Die anderen, wie Gummi, Stärkemehl, Zucker, Pectin und dgl. sind, abgesehen von ihrer übrigen eigenthümlichen Mischung, schon wegen ihres Mangels an Stickstoff nicht geeignet, solche Metamorphosen unmittelbar einzugehen. Wenn zu der letztern Abtheilung auch alle stickstofflosen vegetabilischen Producte gehören, so umfassen die ersteren doch keineswegs alle stickstoffhaltigen Erzeugnisse derselben, da ganze Reihen der letzteren, wie z. B. der Pflanzenalkaloide, sich nicht nur nicht zur Assimilation eignen, sondern sogar zum Theil als die heftigsten Feinde des Organismus, als die stärksten Gifte auftreten. 2) Diese chemische Ansicht zwingt uns aber von theoretisch wissenschaftlicher Seite den Unterschied von Pflanzennahrung und thierischer Nahrung sehr in den Hintergrund treten zu lassen. Denn eine reine vegetabilische Nahrung wäre nur eben die, welche aus stickstofflosen Producten besteht. Ein Pferd z. B., welches nur Kartoffelstärke erhielte, nährte sich vorherrschend von rein vegetabilischer Nahrung. Frißt es Hafer, so erhält es durch das reichliche Eiweiß desselben einen zwar aus dem Pflanzenreiche stammenden Stoff, der aber den Substanzen thierischer Körper sehr nahestehende Materialien besitzt. Ich sagte oben ausdrücklich, daß diese Schlußfolgerungen von theoretisch wissenschaftlicher Seite nothwendig seien. Denn praktisch erfahren wir, daß die Unterschiede vegetabilischer und thierischer Nahrung doch noch größer sein müssen, als sich hiernach erwarten ließe. Denn wäre dieses nicht der Fall, so müßten z. B. Pflanzenfresser bei thierischer fettreicher Nahrung einige Zeit verharren können. Allein dieses findet nur bei jungen von Milch lebenden Pflanzenfressern statt. Eben so weisen die zwischen Pflanzen- und Fleischfressern bestehenden, so bedeutenden Unterschiede der Conformation der Verdauungswerkzeuge auf durchgreifendere Differenzen hin. Nichts desto weniger werden wir aber in der Folge sehen, daß durch gewisse über den Verdauungsproceß aufzustellende Vorstellungen ein Theil dieser Schwierigkeiten beseitigt werden kann.

Dagegen ist es nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen von größter Bedeutung, ob die Nahrungsmittel Stickstoff enthalten oder nicht. Zu den stickstoffhaltigen gehören das Eiweiß, der Faserstoff und der Käsestoff der Pflanzen wie der Thiere, der Kleber, die Colla, das Chondrin, die angeblich Stickstoff enthaltenden Hirnfette oder Fettsäuren des centralen Nervensystems[1]), überhaupt alle Pflanzen und Pflanzentheile, welche die genannten Stoffe führen, und sämmtliche thierische Theile mit Ausnahme des Fettes. Die vorzüglichsten stickstofflosen hierher gehörenden Materien sind Stärkemehl, Gummi, Zucker und die thierischen Fette. Die geistigen Getränke gehören wegen ihres vorherrschenden oder wenigstens den wichtigsten Bestandtheil bildenden Alkohols ebenfalls hierher. Während die stickstoffhaltigen Substanzen, abgesehen von der Analogie der Zusammensetzung ihrer

[1]) Die von Couerbe und selbst von Frémy gelieferten Untersuchungen des Gehirns sind aus einem einfachen Grunde mit Sicherheit nicht annehmbar. Nach den angewandten Methoden wurden Nervenkörper und Primitivfasern vermischt untersucht. Es ist dieses dasselbe Verfahren, als wolle man ein ganzes Thier auf einmal chemisch zerlegen und aus ihm eigenthümliche Stoffe darstellen. Daher die Widersprüche der Resultate. Wer auch die mikroskopische Beschaffenheit der Nervenkörper kennt, wird leicht einsehen, weßhalb wir noch vorläufig die Angabe stickstoffhaltiger Fette oder Fettsäuren mit großem Mißtrauen betrachten müssen.

Hauptstoffe mit den thierischen Proteinkörpern, schon wegen ihrer vier organischen Grundelemente in Thiersubstanz durch den Ernährungsproceß übergehen können, vermögen die stickstofflosen Körper, wenn sie nicht Nitrogen irgend woher entlehnen, sich nur in Fette oder in stickstofflose organische Säuren, wie z. B. Essigsäure, Benzoesäure zu verwandeln. Erleiden sie diese Metamorphosen nicht, so müssen sie in ihrer ursprünglichen Gestalt oder als veränderte organische Substanzen oder elementaranalysirt, d. h. als Kohlensäure und Wasser entleert werden.

Schon in dem zweiten Theile dieses Artikels wurde ausführlich dargestellt, wie die Quantitäten der Speisen eines bestimmten, z. B. 24stündigen Zeitraumes die Summe der Mengen von Excrementen und Harn, welche innerhalb derselben Zeit entleert werden, um Vieles übertreffen. Dieses Differenzquantum, welches immer fast so bedeutend oder noch bedeutender, als die genannten sensiblen Ausleerungen ist, kann nicht in dem Organismus bleiben, weil das Totalgewicht des letztern innerhalb 24 Stunden zu derselben oder fast derselben Größe zurückkehrt. Die Factoren, durch welche es entfernt zu werden vermag, sind aber die Secretionen, welche mit Stuhl oder Urin abgehen, also der abfließende Speichel, Nasenschleim, Schleim der Geschlechtstheile, die Abschuppung der Oberhaut und der inneren Epithelien, und vorzüglich die Lungen- und Hautausdünstung und, wenn er vorhanden ist, der Schweiß. Die erste Klasse der genannten Secretionen ist im Verhältniß zur letztern dem Quantum nach sehr gering und daher kommt, daß wir ohne wesentlichen Uebelstand die Substanz, welche durch Excremente und Urin weniger abgeht, als durch die Speisen eingenommen worden, mit dem allgemeinen ältern Namen der Perspirationsmaterie oder der Perspiration heute noch belegen können. Unter der Voraussetzung, daß das Körpergewicht nach 24 Stunden genau dasselbe bleibt, muß die ganze Menge der Speisen in Minus der durch Stuhl und Urin abgehenden Quantitäten durch die Perspiration wieder entfernt werden. In diese Rechnung tritt aber noch eine Correctionsgröße ein. Da nämlich ein Quantum der Nahrungsmittel in dem Körper selbst bleibt, um die durch die Energien der Organe untauglich gewordenen Materien zu ersetzen, so müssen bei dem Mangel der Veränderung des Körpergewichts die letzteren der erstern Menge gleich sein. Wie in der Folge erhellen wird, gehen die umgesetzten Stoffe nicht auf Einem Wege, sondern durch den Harn, die Perspiration und wahrscheinlich auch die Excremente ab. Diese Correctionsgröße erstreckt sich mithin in gleicher Art auf die sensiblen und die nicht sensiblen Ausleerungen.

So lange die Natur aus den vier organischen Grundelementen neue organische Körper schaffen will, combinirt sie diese in den diesen organischen Stoffen entsprechenden Verhältnissen. Einige der letzteren, wie z. B. die Holzfaser, das Amylon, das Gummi, der Pflanzenschleim, der Milchzucker, der Rohrzucker, der Traubenzucker, die Milchsäure, die Essigsäure und dgl. enthalten gerade doppelt so viel Atome Wasserstoff, als Sauerstoffatome vorhanden sind, d. h. Wasserstoff und Sauerstoff nach den Elementen des Wassers combinirt. Bei vielen anderen dagegen, z. B. bei den Proteinkörpern, dem Hämatin, der Colla, dem Chondrin, den Fetten und dgl. sind mehr Wasserstoffatome, als bei den existirenden Sauerstoffatomen zur Bildung von Wasser nothwendig wären, vorhanden. Bei keinem einzigen organischen Körper aber existiren von vorn herein so viel Sauerstoffatome, als nöthig wären, um mit allen vorhandenen Wasserstoffatomen Wasser, und mit allen Kohlenstoffatomen Kohlensäure zu bilden. Träte dieses Verhältniß je ein, so würden

wahrscheinlich die energischeren binären Verwandtschaften obsiegen. Es würden aber keine ternäre oder quaternäre organische Substanz, sondern die unorganischen Combinationen der Kohlensäure und des Wassers entstehen. Das gleiche Verhältniß scheint auch in Betreff des Stickstoffs und des Wasserstoffs rücksichtlich der Ammoniakbildung statt zu finden. Will daher die Natur organische Substanzen wieder vollkommen zerstören, so verfährt sie auf dieselbe Weise, wie wir bei der Elementaranalyse, d. h. sie entlehnt das fehlende Quantum Sauerstoff, läßt so die binären Affinitäten die lockereren ternären und quaternären überwinden und bringt Kohlensäure und Wasser hervor. Was bei unseren Elementaranalysen das Kupferoxyd oder das chromsaure Bleioxyd in höherer Temperatur leistet, das vollführt die Natur bei gewöhnlicher Wärme durch die Atmosphäre. Auf beiden Wegen werden nur die zu der Herstellung der binären Verbindungen fehlenden Sauerstoffatome herbeigeschafft. Bei den organischen Körpern nimmt aber die Natur diese Methode in zwei Hauptfällen in Anspruch: 1) bei der Fäulniß, d. h. wenn nach dem Stillstehen des organischen Uhrwerks die organischen Stoffe durch ihren regulirten Wechsel nicht widerstehen, der Einwirkung der Atmosphäre unterliegen und so in binäre Verbindungen übergehen. 2) Bei dem Herausschaffen der Perspirationsmaterie, wo mit Beihülfe eines Theils oder des Ganzen durch die Athmung herbeigeführten Sauerstoffs in Betreff des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs die Elementaranalyse vor sich geht. Man könnte diese Veränderung der Perspirationsmaterie geradezu einen Fäulungsproceß bei lebendigem Leibe nennen, wenn nicht durch die Verhältnisse des Stickstoffs noch eine Differenz entstände. Bei der unter dem Einflusse von Wasser vor sich gehenden fauligen Zersetzung giebt eine Portion Wasser selbst seine Elemente her, damit sich dann auf Kosten des Wasserstoffs Ammoniak bilde und der Sauerstoff zur Formation von Kohlensäure und Wasser mithelfe. Bei der Ausscheidung des Unbrauchbaren der Speisen und Umsetzungsstoffe der Körpertheile geht der Stickstoff nicht in dieser unorganischen Form allein, sondern noch in organischen Substanzen, zum Theil in der Galle und vorzüglich in Harnstoff, Harnsäure und Hippursäure im Urin fort. Wenn daher im Folgenden von der Elementaranalyse der Perspirationsmaterie die Rede ist, so bezieht sich dieses nur auf die Elemente der Kohlensäure und des Wassers.

Wir können also den Ernährungsproceß im Allgemeinen so auffassen, daß die in das Blut übergegangenen und hierbei in mehr oder minder veränderte organische Stoffe umgewandelten Speisen zunächst die Materien der einzelnen Secrete und die Ersatzstoffe für die verbrauchten Körpertheile liefern, daß aber dasjenige, was übrig bleibt, verbunden mit den Materien der umgesetzten Körpertheile, insofern es nicht wieder mit den Excrementen durch den Harn, die Hautabschuppung und andere oben angeführte Secrete abgeführt, unter Einwirkung des von der Luft hergegebenen Sauerstoffs als Kohlensäure und Wasser fortgeführt wird. Wollen wir uns den allgemeinen Gang dieser Processe etwas genauer vergegenwärtigen, so müssen wir die Wege, welche die organischen Substanzen bei diesem Kreislaufe betreten, specieller verfolgen.

Der Mensch, wie jedes Thier, es sei pflanzen- oder fleischfressend, seine Speisen enthalten eine größere oder eine geringere Menge Stickstoff, ist bei seiner Ernährung auf eine Mischung von Speise und Getränk, von festeren oder flüssigeren, wasserärmeren und wasserreicheren Nahrungsmitteln angewiesen. Meistentheils werden die Speisen in dem Magen mit einer größern oder geringern Menge Flüssigkeit auf diese Art gemischt. Das Wasser, wenn

es rein oder überhaupt nur in hinreichender Quantität vorhanden ist, zieht die Speisen aus. Diese werden bei einer Wärme von 30° R. längere oder kürzere Zeit mit Wasser gleichsam digerirt. Die im Wasser auflöslichen Salze gelangen je nach der Dauer der Einwirkung und der Beschaffenheit der Flüssigkeit mehr oder minder vollständig in dieses Wasserextract. Dasselbe muß mit den im Wasser leicht löslichen Farbestoffen der Fall sein. Das Wasserextract selbst wird aus leicht begreiflichen Gründen, und wie es die Erfahrung auch lehrt, schneller resorbirt, gelangt ins Blut und verdünnt dasselbe. Ein Theil dieses Wasserüberschusses im Blut dunstet dann in Haut und Lungen ab. Da aber bei der Schnelligkeit des Kreislaufes auf diesem Wege allein keine vollständige Absetzung des Wassers und noch weniger der in ihm aufgelöst'ten festen Stoffe möglich ist, so werden diese mit einer Quantität Wasser durch den den wässerigen Solutionen angewiesenen Hauptweg, den Urin, ausgeleert. Daher der baldige Drang zum Harnen nach dem Genusse von Getränken, der sich um so leichter einstellt, je mehr in dem Eingenommenen das Flüssige über das Feste vorherrschte und je mehr Stoffe, wie Kohlensäure, Salze u. dgl., welche durch den Urin wieder abgehen, in dem Getränke enthalten waren. Daher wir dann, wie Wöhler am Gründlichsten nachwies, im Urine die im Wasser löslichen Salze und Farbestoffe vorfinden. Was aber so von den Nahrungsmitteln mit dem Wasserextracte nicht hinweggegangen, wird nun dem durch die Kraft des sogenannten Pepsins verstärkten sauren Magensafte anheim gestellt. Wir wissen, daß auf diesem Wege außer allen in sauren Flüssigkeiten löslichen Stoffen und den durch Essigsäure löslichen unorganischen Bestandtheilen, wie z. B. dem phosphorsauren Kalke, auch die geronnenen Substanzen des Eiweißes, des Faserstoffs und des Käsestoffs löslicher gemacht werden. Bei der Analogie, welche Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin und Pflanzencasein mit den gleichnamigen thierischen Stoffen darbieten, läßt sich eine analoge Einwirkung auch auf sie erwarten. Amylon scheint auf diesem Wege nicht verändert zu werden. Wenigstens erkennt man in Kartoffelstückchen, welche man künstlichen Verdauungsflüssigkeiten ausgesetzt hat, noch die Stärkmehlkörnchen unter dem Mikroskope. Ein süßer Geschmack ist auch nicht immer deutlich wahrnehmbar. Wenn auch allgemein Speichel die Fähigkeit haben sollte, die Stärke in Zucker überzuführen, so ist bei der natürlichen Digestion die wechselseitige Einwirkung beider noch zu gering, als daß dieses im Munde oder im Magen schon vollbracht werden könnte. Im Dünndarme dagegen muß nach den Erfahrungen von Tiedemann und Gmelin eine solche Veränderung vor sich gehen. Auch diese Pflanzenstoffe werden hier in lösliche Verbindungen übergeführt und so resorptionsfähig gemacht. Was die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel betrifft, so werden die zum Theil nach Vogel, vorzüglich aber nach den Untersuchungen von Scherer (Kleber und Muskelfleisch) durch die Auflösung im Magensafte und die dann erfolgende Einwirkung der hinzutretenden Galle in eine mit dem Eiweiß identische Masse übergeführt, wie man nach Devis und Scherer künstlich manche Faserstoffarten (z. B. des venösen Bluts, des Muskelfleisches) durch Vermischung mit Wasser, Salpeter und kaustischem Kali und Natron in Eiweiß überführen kann. Wasser, saure Säfte der Verdauungsorgane und Galle unterstützen einander also gleichzeitig in dem Bemühen, möglichst große Quanta von Substanzen der Nahrungsmittel den Darmzotten zur Auffaugung zu geben. Die Einwirkung des durch das Getränk beigegebenen Wassers dauert hierbei verhältnißmäßig die kürzeste Zeit. Da nicht bloß im Magen, sondern auch in einer größern oder geringern Strecke des übrigen Darmkanals saure Säfte abgesondert werden, da bei reichlicherer Gallenabsonderung Portionen dieser

Flüſſigkeit in mehr oder minder vollkommener Integrität bis in die dünnen Gedärme hinabreichen, ſo ſetzt ſich der durch ſaure Verdauungsſäfte und Galle bedingte Effect noch länger, als die bloße Magenverdauung dauert, fort. Vorzüglich ſcheint dieſes für die einen anhaltenderen Effect verlangenden ſtickſtoffloſen vegetabiliſchen Nahrungsmittel zu gelten. Dieſes dürfte vielleicht der Hauptgrund ſein, weßhalb der Darm bei Thieren mit gemiſchter Nahrung länger als bei Fleiſchfreſſern, und bei Pflanzenfreſſern am längſten iſt.

Daß die Annahme, daß der Chylus die unmittelbar aufgeſogene aufgelöſ'te Speiſemaſſe ſei, wenig Wahrſcheinlichkeit habe, habe ich ſchon an einem andern Orte aus anatomiſchen Gründen darzulegen geſucht[1]). Wenn die aufgelöſ'te Nahrungsſubſtanz die Maſſe der Darmzotte durchdringt, ſo ſtößt ſie zuerſt auf die Capillaren und erſt ſpäter auf die im Centrum befindlichen Chylusgefäße. Die letzteren ſtehen zu den erſteren in einem entfernt ähnlichen Verhältniſſe, wie Drüſengänge zu den ſie umſpinnenden Blutgefäßnetzen. Die mehr oder minder gleichartige Beſchaffenheit des Chylus, der Umſtand, daß er keine den aufgelöſ'ten Nahrungsmitteln entſprechenden Differenzen zeigt, unterſtützt die eben vorgetragene Meinung. Durch ſie laſſen ſich auch einige Paradora, welche ſonſt der Chylus darbieten würde, wenn auch nicht definitiv, doch hypothetiſch erklären. Wir finden nämlich in dem Chylus ſehr häufig, ja bei einzelnen Thieren faſt conſtant Oeltropfen, welche in reichlichſter Zahl darin emulſionsartig ſuspendirt ſind. Allgemein leitete man dieſes bis jetzt von verzehrtem Fette her, und wie vorgefaßte Meinungen zu unrichtigen factiſchen Angaben führen, ſo behauptet man auch allgemein, daß die Oeltropfen des Chylus in gleichem Maaße um ſo reichlicher werden, je mehr ölige Stoffe, z. B. Butter, verzehrt worden. So richtig das Letztere iſt, ſo unrichtig dürfte das Erſtere ſein. In dem feſtern Rückſtande des Chylus eines Pferdes, welches vorher reichlich mit Hafer gefüttert worden, fanden Tiedemann und Gmelin 15,47% braunes und 6,35 % gelbes Fett, alſo im Totale 21,82 %, d. h. mehr als ⅕ des ganzen Fettes, während das Eiweiß nur das Doppelte bis Dreifache dieſer Fettquantität betrug. Woher aber dieſe große Menge Fett? Kein Menſch wird behaupten können, daß der Hafer in dieſen Verhältniſſen zum Eiweiß Fett enthalte. Der Schlüſſel dieſes Phänomens dürfte vielleicht in Folgendem liegen. Schon Liebig deutete bei ſeiner Deduction, daß das Amylon nur zur Reſpiration, nicht zur Ernährung diene, darauf hin, daß durch gewiſſe Metamorphoſen Amylon in Fett umgewandelt werden könne. Nach folgender Deduction dürfte dieſes denkbar ſein. Halten wir uns an die Analyſen von Chevreul, ſo haben wir:

Beſtandtheile.	Elain.			
	des Menſchenfettes	des Schweinefettes.	des Hammelfettes.	Mittel.
Kohlenſtoff	78,566	79,098	79,354	79,006
Waſſerſtoff	11,447	11,146	11,090	11,228
Sauerſtoff	9,987	9,756	9,556	9,766
	100,000	100,000	100,000	100,000

Suchen wir dieſe erhaltenen Mittelzahlen in eine Formel zu bringen, ſo hätten wir:

[1]) J. Müller's Archiv. 1839. S. 178.

Bestandtheile.	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
Kohlenstoff	79,006	11	79,06
Wasserstoff	11,228	19	11,36
Sauerstoff	9,766	1	9,58
	100,000	» » » »	100,000

Die Formel des Amylon $C_{12}\ H_{20}\ O_{10}$ ist aber $= C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ H_1\ O_9$ $= C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ O_2 + H_1\ O^1/_2 + O_6{}^1/_2$; würde die Stärke vorher in Traubenzucker verwandelt, so hätten wir nach Brunner $C_{12}\ H_{24}\ O_{12} =$ $C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ H_5\ O_{11} = C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ O_2\ H_5\ O_2{}^1/_2 + O_6{}^1/_2$; oder nach Liebig $C_{12}\ H_{23}\ O_{14} = C_{11}\ H_{19}\ O_1 + C_1\ O_2 + H_{19}\ O_4{}^1/_2 + O_6{}^1/_2$. Aehnliche Deductionen ließen sich mit dem Gummi, dem Milchzucker und überhaupt allen vegetabilischen Hauptnahrungsstoffen, welche besonders Wasserstoff und Sauerstoff, wie im Wasser combinirt enthalten, machen. Hieraus erhellt aber, daß die Umwandlung solcher vegetabilischen Nahrungsproducte in Fett, während des Durchganges ihrer aufgelöst'en Massen durch die Substanz der Darmzotten und die dort erst erfolgende Einwirkung der Ernährungsflüssigkeit und des Bluts, so wie es anatomische und physiologische Verhältnisse andeuten, von chemischer Seite auch nichts gegen sich haben dürfte. Aus dem Amylon und den verwandten Stoffen stammte wahrscheinlich bei dem oben erwähnten Pferde der reichliche Fettgehalt (und vorzüglich das freie Elain) des Chylus. Von derselben Ursache dürfte es herrühren, weßhalb auch bei Menschen, welche z. B. Kartoffeln vor dem Tode genossen, mehr oder minder reichliche Oeltropfen im Chylus beobachtet worden.

Es entsteht nun zunächst die Frage, ob das Chylusfett und das Fett überhaupt nur aus stickstofflosen Substanzen hervorgehe oder ob auch stickstoffhaltige Körper bei der Verdauung so zersetzt werden können, daß eins der Nebenproducte stickstoffloses Fett ist. Für die letztere Annahme sprechen anatomisch-physiologische und diätetische Gründe. Der Chylus mit fettlosem Fleische gefütterter Hunde ist fettreich, oft reicher noch, als der Chylus der Pferde. Gesunde Menschen, welche lange vorher z. B. aus Armuth von Kartoffeln gelebt haben, werden nicht nur kräftiger, sondern setzen auch bald Fett an, sobald sie eine Zeit lang Fleischkost genießen. Daß aber auch von chemischer Seite die Erzeugung von Fett aus stickstoffhaltigen Substanzen möglich sei, dürfte folgende hypothetische Deduction anschaulich machen. Wir wissen, daß der durch den Magensaft aufgelöst'e Chymus im Zwölffingerdarme und Dünndarme mit Galle vermischt und dann erst resorbirt wird. Verbinden sich hierbei 1 At. Protein und 1 At. Choleinsäure, und nehmen bei ihrem Durchgange durch die Substanz der Darmzotten 3 At. Wasser und 12 At. Sauerstoff auf, so gleicht die Masse 6 At. Elain, wie es als Oeltropfen in den Chylus übertreten kann, $3^1/_2$ At. Harnstoff und 1 At. Kohlensäure, welche in das Venenblut übergingen. Halten wir uns an die neuesten Formeln, so giebt, nach Scherer, 1 At. Protein $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$, nach Liebig 1 At. Choleinsäure $C_{52}\ H_{66}\ N_2\ O_{11}$, nach der oben gegebenen auf Chevreul's Analyse fußenden Berechnung 1 At. Elain $C_{11}\ H_{19}\ O_1$, und nach Prout, Liebig und Wöhler 1 At. Harnstoff $C_2\ H_8\ N_4\ O_2$. Wir haben dann:

1 At. Protein	=	C_{40}	H_{72}	N_{12}	O_{14}
1 At. Choleinsäure	=	C_{30}	H_{66}	N_2	O_{11}
3 At. Wasser	=		H_6		O_3
12 At. Sauerstoff	=				O_{12}
		C_{96}	H_{144}	N_{14}	O_{40} =

6 At. Clain	=	C_{60}	H_{114}		O_6
$3\frac{1}{2}$ At. Harnstoff	=	C_7	H_{28}	N_{14}	O_7
1 At. Wasser	=		H_2		O_1
13 At. Kohlensäure	=	C_{13}			O_{26}
		C_{96}	H_{144}	N_{14}	O_{40}.

Für das Blut und die Muskelsubstanz, welche beide nach Liebig die Formel $C_{43}\ H_{78}\ N_{12}\ O_{15}$ haben, gestalten sich die Verhältnisse noch einfacher. Denn wir haben:

1 At. Blut oder Muskel	=	C_{40}	H_{70}	N_{12}	O_{13}
14 At. Choleinsäure	=	C_{30}	H_{66}	N_2	O_{11}
1 At. Sauerstoff	=				O_{14}
		C_{96}	H_{144}	N_{14}	O_{40}.

Die Metamorphosencombination bliebe natürlicher Weise auch hier dieselbe. Ohne durch die Erfahrung nicht bewiesenen Formelspielereien irgend ein Gewicht beizulegen, deutet doch die vorgetragene Combination, welche sich ohne Zweifel durch zukünftige genauere Analysen in ihren Specialitäten ändern wird, darauf hin, daß auch stickstoffhaltige, wie stickstofflose Speisen zur Fettbildung des Chylus und von da des Blutes ihr Contingent liefern können. Ist die Erläuterung wahr, so erklärte sie auch, warum bei Fleischfressern und bei Menschen, welche Fleischspeisen verzehrt haben, der Chylus mehr Fett und der Harn mehr Harnstoff hat.

Bei Hunden zeigte sich, wie schon Tiedemann und Gmelin beobachteten, der Chylus nach dem Genusse von Fett, Butter u. dgl. fettreicher. Ob dieses Fett einfach durchschwitze oder nicht, ist noch nicht definitiv bestimmt.

Endlich muß ich noch rücksichtlich der Umwandlung des Amylon einen eigenthümlichen Umstand erwähnen. Tiedemann und Gmelin fanden nach Fütterung mit Stärke im Chylus des Hundes, nicht aber in dem des Pferdes, Zucker. Daß das Stärkemehl und die genannte Metamorphose desselben im Pferdechylus fehlte, dürfte nach der obigen Annahme, daß das Amylon in Chylusfett übergehen könne, erklärlich sein. Da es sich aber im Hundechylus aus leicht begreiflichen chemischen Gründen als Zucker vorfand, so ließe sich vielleicht annehmen, daß der durch den kürzern Darm bedingte schnellere Verdauungsproceß der Fleischfresser die Ueberführung der Stärke in Fett erschwere und daß sie so als Zucker schon in den Chylus gelange.

Außer dem Fette bilden Albumin und Fibrin die Hauptbestandtheile des Chylusrückstandes. Wir haben oben gesehen, daß nach Scherer durch die Einwirkung von Magensaft, Darmsaft und Galle die Proteinkörper wahrscheinlich in lösliches Albumin übergeführt werden. Als solches gelangt es auch ver-

muthlich in den Chylus. Hierauf deutet wenigstens der Umstand, daß nach Reuß und Emmert, Tiedemann und Gmelin u. A. diese letztere Flüssigkeit, ehe sie durch die Lymphdrüsen hindurchgegangen, weder gerinnt, noch Hämatin aufgenommen hat. Es ist nicht bestimmt anzugeben, ob bei der innigen Berührung, in welche Chylus und Blut innerhalb der Milchdrüsen und der Milz treten, Faserstofflösung in die Chylusgefäße durchschwitze und so den spätern Fibringehalt des Chylus in der Cisterna chyli und dem Ductus thoracicus erzeuge. Bei einer solchen Ansicht ließe sich, wenigstens nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen, kein Grund einsehen, weßhalb die Natur hier Faserstoff des Bluts dem Chylus beimengen sollte, um diesen letztern wenige Minuten darauf mit dem Blute zu vermischen. Hiernach könnte man eher vermuthen, daß auf einem uns noch nicht bekannten Wege durch die Lymphdrüsen ein Theil des Eiweißes des ursprünglichen Chylus in Faserstoff übergeführt werde. Allein anderseits deutet wieder die Thatsache, daß der Chylus nach dem Durchgange durch die meseraischen Drüsen fettarmer, dagegen eiweiß- und faserstoffreicher wird und daß er bei seinem Durchtritt durch die Milz Blutroth empfängt, darauf hin, daß ein gegenseitiger Austausch zwischen Blut und Chylus stattfindet — ein Object, auf welches wir übrigens noch in der Folge zurückkommen werden.

Man könnte sich mit Recht fragen, wozu die Natur in den Chylus aller Thiere eine verhältnißmäßig große Menge Fettes hineingebildet hat und weßhalb sie diese aus den Speisen herrührende Flüssigkeit nicht unmittelbar dem Blute beimengt. Ohne im Entferntesten dieses Räthsel lösen zu wollen, drängt sich uns in Betreff des Chylusfettes eine Betrachtung, welche uns diesen von der Natur gewählten Umweg erklärlicher macht, auf. Nähmen die Venen des Darmkanals den Chylus unmittelbar an, so müßte dieser das Pfortadersystem der Leber durchlaufen. Dieses ist auch in der That mit einem kleinen Theile des Chylus der Fall, da entschieden z. B. bei dem Pferde untergeordnete Chylusgefäße mit den Venen des Gekröses und Darmes anastomosiren. Der größte Theil des Chylus dagegen wählt die Bahn des Ductus thoracicus, d. h. schneidet den Umweg durch das Pfortadersystem ab, gelangt unmittelbar durch die Schlüsselbeinvene zum rechten Herzen und von da in die Lungen. Hier kann das Fett sogleich einen Theil des eingeathmeten Sauerstoffes in Anspruch nehmen und sich, während es im Körper weiter kreiset, elementaranalysiren. Diese ganze Vorstellung hat scheinbar das gegen sich, daß, wie wir sehen werden, wahrscheinlich die Elementaranalyse eines Theils der Perspirationsmaterie überhaupt nicht im Blute, sondern in der Ernährungsflüssigkeit vor sich geht. Wie dem aber auch sei, scheinen die anatomischen Verhältnisse darauf hinzudeuten, daß die Durchführung der größten Menge des Chylus durch den Milchbrustgang den Zweck hat, dieser neugebildeten Flüssigkeit den Weg durch das Auswurfsfiltrum der verbrauchten Stoffe, die Leber, abzuschneiden.

Im Blute selbst hört das Fett auf, frei und nur mechanisch beigemengt zu sein, sondern erscheint sogleich aufgelöst. Ist die Quantität desselben, welches auf diese Art durch die Speisen dem Körper zugeführt wird, nur so groß, daß sie durch den hinzutretenden Sauerstoff, gleich den übrigen stickstofflosen Bestandtheilen der Nahrungsmittel, elementaranalysirt werden kann, so geht sie auf diesem Wege davon. Ist sie größer, so muß ein größeres Quantum von Fett im Körper bleiben. Die Idee, daß das im Körper angehäufte Fett als stickstoffloser Körper nicht zur Erstarkung der thierischen, sondern als Respirationsmateriale diene, ist zuerst von Liebig ausgesprochen worden und dürfte, sobald sie durch directe quantitative Erfahrungen definitiv bewiesen wäre, ge-

wiß höchſt fruchtbringend werden. Die Fettbildung ſelbſt aber wird dann einerſeits von dem Quantum von Stoffen, welche zur Fettmetamorphoſe geeignet ſind und in der That in ſolches verwandelt werden, und anderſeits von der Menge des eingeathmeten Sauerſtoffs abhängen. Denn ein je größeres Quantum von Orygen eingeführt wird, um ſo mehr wird elementaranalyſirt, um ſo mehr geht wieder als Kohlenſäure und Waſſer davon. Aus dieſen Daten läßt ſich das Fettwerden bei anhaltender Ruhe, bei phlegmatiſchen Leuten, bei Perſonen, welche wenig denken, die Mäſtung durch Einſperrung der Thiere in einem engen Raume und Darbietung reichlicher vegetabiliſcher Nahrung, nach Darreichung von Kohlenpulver und Waſſer ꝛc. recht gut erklären. Eben ſo läßt ſich umgekehrt ſchließen, daß, wenn Nahrungsſtoffe, welche in Fett übergehen können, nicht verabreicht, oder nicht verdaut, oder nicht auf die genannte Art verwandelt werden, das ſtickſtoffloſe Fett angegangen wird, um mit dem eingeathmeten Sauerſtoff die nothwendigen Ausſcheidungsmaterien, Kohlenſäure und Waſſer hervorzubringen. Daher die Abmagerung durch Krankheiten, ſchlechte Nahrung, Faſten, bei Verhungerten u. dgl. Daher ſich die Winterſchläfer fett einlegen und mehr oder minder fettlos aufſtehen. Wenn einzelne Winterſchläfer bei ihrem Erwachen aus dem Winterſchlafe noch Fett haben, ſo ließe ſich immer noch denken, daß dieſes gegen jene Liebig'ſche Grundanſicht nicht zeuge, weil der Athmungsact während des Winterſchlafs möglichſt reducirt iſt. Allein ſo richtig auch jene Meinung ſein mag und ſo ſehr ſie ſich durch die mannigfachſten Thatſachen unterſtützt ſieht, ſo müſſen doch noch gewiſſe Verhältniſſe exiſtiren, welche jenen Fettaufſaugungsproceß beſchränken. Es giebt Stellen des Körpers, z. B. die Augenhöhle, die Wangengegend, wo ſelbſt bei dem Verhungerten das Fett in mehr oder minder reichlicher Menge angehäuft bleibt. Hier dient es als nothwendiger Organtheil und nicht als variabler Beſtandtheil und bleibt, wie alle andern Organe des Körpers, wenn ſelbſt aus Mangel an Nahrung die Lebensflamme, deren Brand es unterhält, erliſcht.

Ehe wir dieſe Verhältniſſe des Fettes verlaſſen, müſſen wir noch einen Umſtand, der in dem Art. Reſpiration ausführlicher beſprochen werden wird, berühren. Es ſind dieſes die Proportionen des eingeathmeten Sauerſtoffes zu der durch die Perſpiration ausgeſchiedenen Kohlenſäure. Allen und Pepys fanden bei dem Meerſchweinchen, daß durch das Einathmen nur ſo viel Sauerſtoff verſchluckt wurde, als der ausgeſchiedenen Kohlenſäure entſprach. Nach Dulong dagegen wird bei Pflanzenfreſſern $^1/_{10}$, bei Fleiſchfreſſern $^1/_2$ — $^1/_5$ mehr, als jene Menge beträgt, Sauerſtoff verzehrt. Die Urſache dieſer Differenz läßt ſich aus der Verſchiedenheit der Nahrung folgendermaßen erklären. In der ſtickſtoffhaltigen Nahrung, welche größtentheils aus Proteinkörpern beſteht, befinden ſich nicht doppelt ſo viele Waſſeratome, als Sauerſtoffatome, ſondern mehr von den erſteren. Gehen nun dieſe Subſtanzen oder ihre Metamorphoſen in die Perſpirationsmaterie, ſo bedürfen ſowohl der Kohlenſtoff, als ein Quantum Waſſerſtoff einer Menge hinzutretenden Sauerſtoffes, um in Kohlenſäure und Waſſer verwandelt zu werden. Gingen ſie in Fett über, ſo bedürften ſie nicht minder eines Quantum Sauerſtoffes zu ihrer Elementaranalyſe. Es wird daher bei dem Athmen mehr Sauerſtoff, als zur bloßen Kohlenſäurebildung nothwendig wäre, verzehrt werden müſſen. Bei den Pflanzenfreſſern ſcheint auf den erſten Blick dieſes nicht ſtattzufinden. Denn die Hauptnahrungsmittel dieſer Thiere, wie Amylon, Gummi, Pflanzenſchleim, Traubenzucker enthalten Waſſerſtoff und Sauerſtoff in derſelben Combination, wie das Waſſer, ſo daß dann durch den Athmungsproceß nur ſo viel Sauerſtoff, als zur Bil-

dung der Kohlensäure nothwendig wäre, zugeführt zu werden brauchte. Dieser Satz könnte aber nur höchstens für bloße Nahrung mittelst der genannten Stoffe gelten. Da jedoch die Pflanzenfresser zu ihrer Existenz ebenfalls stickstoffhaltiger vegetabilischer Producte bedürfen und bei dieser dieselben Fälle, wie bei den analogen thierischen Nahrungsmitteln eintreten, so müßte auch ein Quantum für die Wasser- oder die Fettbildung bei dem Athmungsproceſſe verschluckt werden. Es müßte dieses nur geringer ausfallen, weil die Menge der stickstoffhaltigen Nahrung auch hier geringer ist. Fände aber in der That jene oben geschilderte Umsetzung eines Theils des Amylon in bleibendes Fett Statt, so könnte der dadurch frei werdende Sauerstoff einen Theil der stickstoffhaltigen Substanzen oxydiren und so die durch die Athmung einzunehmende Sauerstoffmenge vermindern. Directe Versuche über die verschiedenen Athmungsverhältnisse nach dieser verschiedenen Nahrung werden hoffentlich in Zukunft bestimmten Aufschluß über diese Punkte geben.

Schon bei Gelegenheit der quantitativen Verhältnisse wurde bemerkt, daß, wenn man in beiden Versuchsreihen von Bouſſingault, welche am Pferde und der milchenden Kuh angestellt worden sind, die auf die Perspirationsmaterie kommenden procentigen Bestandtheile in eine Formel zu bringen sucht, Werthe, die sich sehr den Formeln der Milchsäure nähern, herauskommen. Wir erhielten nämlich für die Kuh $C_{15}\ H_{20}\ O_{10}\ N_{0,5} = 2\frac{1}{2}$ Atome wasserfreier Milchsäure $+\ N_{0,5}$; für das Pferd $C_{18}\ H_{22}\ O_{10}\ N_{0,15}$, die, wenn wir 1 Atom Wasser + 1 Atom Sauerstoff hinzu addiren, 3 Atome Milchsäure giebt. Auf den ersten Blick scheint dieses Resultat mit früheren Annahmen auffallend zu stimmen. Bekanntlich hält Berzelius die Milchsäure für das Zersetzungsproduct der verbrauchten Körperorgane — eine Ansicht, welche in neuester Zeit durch Lehmann[1]) unterstützt und durch eigene Versuche bestätigt worden ist. Da wir nun durch Pelouze und Frémy wissen, daß alle zuckerartigen Stoffe, überhaupt vorzüglich Substanzen, welche Wasserstoff und Sauerstoff in denselben Combinationen, wie im Wasser, enthalten, durch Einwirkung thierischer Häute in Milchsäure übergehen, so würde es in beiderlei Beziehung stimmen, wenn bei den Pflanzenfressern die Perspirationsmaterie einen der Milchsäure mehr oder minder isomeren Körper darstellte. Nach den Untersuchungen von Liebig jedoch findet sich nirgends im normalen Organismus Milchsäure. Die letztere ist vielmehr ein sich äußerst leicht bildendes, die Gährung begleitendes Zersetzungsproduct. Wie mir Liebig selbst brieflich bemerkte, würden die obigen Perspirationsformeln, da in ihnen natürlich mehr oder minder vollkommen doppelt so viel Wasserstoff-, als Sauerstoffatome vorhanden sind, nur die in Betreff der Pflanzenfresser von Allen und Pepys gemachte Angabe, daß sie eben so viel Sauerstoff, als der Kohlensäurebildung entspricht, einathmen, unterstützen. Suchen wir aber die Verhältnisse specieller zu betrachten, so ergeben sich einige Momente, welche vielleicht die Idee der Umwandlung eines Theils des genossenen Amylon in das Fett des Chylus erhärten dürften. Bringen wir nämlich die procentigen Mengen der Totalsumme der von der Kuh genossenen Nahrungsmittel, wie sie schon im zweiten Theile dieses Artikels dargestellt worden, in eine Atomenformel, so erhalten wir:

[1]) A. a. O. S. 288.

Bestandtheile.	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
C. . . .	49,90	16	49,94
H. . . .	6,18	24	6,23
O. .	41,83	10	41,62
N. .	2,09	0,6	2,21
	100,00		100,00

In den Nahrungsmitteln $= C_{15}\ H_{24}\ O_{10}\ N_{0,6}$ kommen also erst auf 24 Atome Wasserstoff 10 Atome Sauerstoff. 20 Atome Wasserstoff würden hiernach 8,3 At. Sauerstoff fordern. In der Perspirationsmaterie dagegen $= C_{15}\ H_{20}\ O_{10}\ N_{0,5}$ haben wir auf 20 At. Wasserstoff 10 At. Sauerstoff. Bei dem Pferde zeigt sich etwas Aehnliches, nur in geringerm Grade. Berechnen wir auch hier die Totalsumme der eingenommenen Nahrungsmittel, so haben wir:

Bestandtheile.	Gefunden.	Atome.	Berechnet.
C. . . .	50,93	16	50,25
H. . . .	5,77	23	6,01
O. . . .	41,49	10	41,88
N. . . .	1,81	0,5	1,86
	100,00		100,00

In der Formel der Nahrungsmittel $= C_{15}\ H_{23}\ O_{10}\ N_{0,5}$ kommen hier auf 23 At. Wasserstoff 10 At. Sauerstoff, während in der Perspirationsmaterie $= C_{18}\ H_{22}\ O_{10}\ N_{0,15}$ schon 22 Wasserstoffatome 10 Sauerstoffatome fordern würden. Doch ist die Sache hier weniger schlagend, weil die gefundene Menge des Wasserstoffs zwischen 22 und 23 Atomen sich befindet. Im Allgemeinen sehen wir aber, daß bei beiden Pflanzenfressern die Perspirationsmaterie an und für sich mehr oder minder sauerstoffreicher als die eingenommene Nahrung ist. Da nun dieser größere Sauerstoffreichthum von keinem umgesetzten und etwa in die Perspirationsmaterie übergegangenen Körpertheile herrühren kann, so dürfte er wahrscheinlich in dem Uebergange eines Theils von Amylon in Fett seinen Grund haben. Bedenken wir nun überdies, daß dasjenige, welches wir mit dem Namen Perspirationsmaterie belegt haben, nicht gänzlich durch die Lungen und die Haut als Kohlensäure und Wasser ausgeschieden wird, sondern zum Theil in die organischen Substanzen der übrigen Secrete mit Ausnahme eines Theils der Galle (s. unten) und das Totale des Harns und die Reintegration aller Gewebe eingeht, und daß alle diese organischen Substanzen mehr Wasserstoffatome, als zur Wasserbildung nöthig wäre, enthalten, so muß, wenn dann in der Perspirationsmaterie gerade oder beinahe doppelt so viel Wasserstoff- als Sauerstoffatome vorhanden sind, der Sauerstoffgehalt der durch Lungen- und Hautausdünstung als Kohlensäure und Wasser weggehenden organischen Substanz ursprünglich nur um so größer sein. Es würde dann durch die Stärkemehlnährung und wahrscheinlich durch die Fettbildung im Chylus überhaupt ein Quantum von Oxygen, welches sonst aus der Luft entnommen werden müßte, durch die Assimilation selbst geliefert.

Die stickstoffhaltigen organischen Verbindungen, sowohl der nicht brauchbaren Bestandtheile der Nahrungsmittel als der umgesetzten Körpertheile, gehen, da kein Ammoniak ausgeathmet wird, vorzugsweise durch die Galle und den Harn wieder ab. Die geringe Quantität Ammoniak, welche als Chlorammonium mit dem Schweiße entfernt wird, die Stickstoffmengen, welche in den organischen Substanzen der Thränen, des Nasenschleims, des Genitalschleims u. dgl. enthalten sind, müssen vorläufig bei solchen allgemeinen Erörterungen aus Mangel an speciellen Datis noch bei Seite gesetzt werden. Betrachten wir nun die Zusammensetzung des vorzüglichsten Bestandtheils der Galle, der Choleinsäure, so haben wir für sie nach Demarcay C_{42} H_{72} N_2 O_{12} und nach Liebig C_{38} H_{66} N_2 O_{11}. Die Atome des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs herrschen also hier vor. Für den Harnstoff dagegen, den charakteristischen Ausleerungsstoff des Urins erhalten wir nach Prout, Liebig und Wöhler C_2 H_8 O_2 N_4. Hier haben die Atome des Stickstoffs und Wasserstoffs die Oberhand. Schon hieraus können wir schließen, daß der nicht durch die Perspiration direct zu entleerende Kohlenstoff vorzugsweise durch die Galle, der Stickstoff insbesondere durch den Harn entfernt wird. Diese Schlußfolgerungen sind auch schon in dem zweiten Theile des Art. durch specielle Zahlen erhärtet worden. Aus ihnen erklären sich mehre Thatsachen auf eine leichte unbefangene Weise. Eine Nebenfolge der stärkern, durch Kleie, Kohlenpulver ꝛc. und Ruhe bewirkten Mästung der Thiere, vorzüglich der Vögel, ist eine sehr bedeutende Vergrößerung der Leber. Bei der Mästung wird viel Fett (und Pigment) producirt. Es werden reichliche kohlenstoffhaltige Producte geschaffen und daher auch reichlicher wieder umgesetzt. Dadurch muß die Leber als das Organ, welches hierfür vorzüglich in Anspruch genommen wird, wie jedes andere mehr geübte Organ sich in ihrer Masse vergrößern. Etwas Aehnliches findet sich wahrscheinlich bei südlichen Völkern. Bei ihnen ist z. B. das so kohlenstoffhaltige dunkle Pigment weit reichlicher. Daher auch der Umsatz desselben stärker; daher die größere Thätigkeit ihrer Leber und die größere Geneigtheit zu Krankheiten. Dazu kommt dann noch, daß sie, indem sie, wie Liebig richtig bemerkt, wärmere Luft einathmen, weniger Sauerstoff verzehren, weniger Kohlensäure bilden, und daß so leichter eine größere Kohlenstoffabsonderung auf der nächst stärkern Bahn, der Leber, entsteht und sich zugleich kohlenstoffreichere Producte im Körper selbst ablagern. Auf ähnlichen Principien beruht auch wahrscheinlich diejenige Form der Cirrhosis hepatis, welche durch Fettablagerung erzeugt wird. Wie wir daher bei Diabetes Fleischnahrung verordnen, um den Absonderungsfehler zu corrigiren, so dürfte bei jenem Leiden eine möglichst kohlenstoffarme Nahrung am besten conveniren.

Die so abgesonderte kohlenstoffreiche Galle muß aber, sobald sie Leber und Gallenblase verlassen, den Darm durchlaufen. Hier wirkte sie, wie wohl kein Mensch bezweifeln kann, als wesentliches Element der Verdauung mit. Wenn ich nicht irre, concentriren sich alle bis jetzt gangbaren Ansichten vorzugsweise dahin, daß das freie, oder kohlensaure oder organischsaure Alkali der Galle durch die Säure des Chymus gesättigt werde. Allein abgesehen davon, daß das freie Alkali der Galle oft sehr gering, oft gar nicht wahrnehmbar ist, kann dieses unmöglich der einzige Zweck des Gallenergusses in den Darm sein. Die Natur konnte dieses durch jede andere, kaustische oder kohlensaure Alkalien enthaltende Lösung z. B. durch eine andere Modification des Pancreassafts auf einem weit einfachern Wege erreichen. Die organischen Stoffe der Galle müssen auch noch zu einem besondern Zweck in den Darm treten. Liebig kam daher auf die Idee, daß, da ein großer Theil der Galle aus dem Darme von

neuem reſorbirt, der Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff derſelben wieder benutzt werde, um die bei dem Ausathmen abtretende Menge von Kohlenſäure und Waſſer bilden zu helfen. Wäre dieſes aber der directe Zweck, ſo machte die Natur einen ganz unnöthigen Umweg, wenn ſie die organiſchen Stoffe der Galle (welche überdies von den Darmvenen aus nach der Leber zurückkehren müßte) erſt in den Darm ergoß. Sie konnte das Endreſultat beſſer und kürzer erreichen, wenn ſie die organiſchen Stoffe der Galle gar nicht erſt in die Gallengänge treten ließ, ſondern ſogleich in die Lebervenen, die untere Hohlvene und von da durch die Lunge führte. Wir werden daher nothwendig darauf hingewieſen, daß die organiſchen Subſtanzen der Galle an und für ſich eine weſentliche Rolle bei dem Verdauungsacte ſpielen. Unſere bisherigen Kenntniſſe lehren nichts Poſitives darüber. Denn daß Zuſatz von Galle oder von Picromel zu künſtlicher Verdauungsflüſſigkeit die Verdauung hemmt, beruht, wie man ſich leicht überzeugen kann, auf der Sättigung der in minimo nothwendigen freien Säure. Ein oder mehre Tropfen eines kauſtiſchen oder kohlenſauren Alkali leiſten daſſelbe. Wir vermögen uns daher vorläufig über die Rolle, welche die organiſchen Stoffe der Galle bei dem Verdauungsacte ſpielen, nur theoretiſche Vorſtellungen zu machen. Schon oben haben wir geſehen, daß es denkbar ſei, daß unter Mitwirkung von Choleinſäure, Waſſer und Sauerſtoff Proteinkörper in Fett, Harnſtoff und Kohlenſäure übergeführt werden. Nun liegt überdies die Idee ſehr nahe, daß die Galle wie der Harnſtoff noch zum Theil wieder gebraucht werden, um zur Bildung neuer Organe mitzuwirken. Eine ſolche Anſicht wäre anatomiſch phyſiologiſch nicht unwahrſcheinlich, da die Natur keinen Theil und keinen Stoff als unnütz auswirft, ehe ſie ihn möglichſt benutzt hat. Auch chemiſch wäre ſie wenigſtens hypothetiſch vorſtellbar. Addiren wir 1 At. Choleinſäure $= C_{38} H_{66} N_2 O_{11}$ und $2\frac{1}{2}$ At. Harnſtoff $= C_5 H_{20} N_{10} O_5$ zuſammen, ſo haben wir $C_{43} H_{86} N_{12} O_{16}$. Um 1 At. Protein $= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14}$ zu bilden, ſind nur zu wenig Kohlenſtoffatome vorhanden. Es iſt möglich, daß dieſe durch ſtickſtoffloſe Nahrungsmittel hinzukämen. Wir hätten z. B. für das Amylon:

1 At. Amylon	=	C_{12}	H_{20}		O_{10}
1 At. Choleinſäure	=	C_{38}	H_{66}	N_2	O_{11}
$2\frac{1}{2}$ At. Harnſtoff	=	C_5	H_{20}	N_{10}	O_5
19 At. Sauerſtoff	=				O_{19}
		C_{55}	H_{106}	N_{12}	O_{45} =
1 At. Protein	=	C_{48}	H_{72}	N_{12}	O_{14}
17 At. Waſſer	=		H_{34}		O_{17}
7 At. Kohlenſäure	=	C_7			O_{14}
		C_{55}	H_{106}	N_{12}	O_{45}

Dieſes Beiſpiel iſt natürlich eine bloße Formelſpielerei, auf welche nicht der geringſte reelle Werth zu legen iſt. Es diene auch nur, um anſchaulich zu zeigen, daß es allerdings nicht außerhalb des Bereichs der Möglichkeit liege, daß unter Zutritt von Elementen des Amylon und von Sauerſtoff aus Choleinſäure und Harnſtoff ebenfalls Protein, Waſſer und Kohlenſäure gebildet werden könnte. Da, wie wir früher ſahen, bei der Verwandlung der Stärke in Fett für je 1 At. Amylon 1 At. Carbon und 9 At. Sauerſtoff übrig bleiben, ſo könnten auch dieſe zu dem erörterten Zwecke dienen. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß ſich ohne viele Mühe, wie mit Amylon, ſo mit Zucker, Gummi, Pflanzenſchleim, Fett, ähnliche leicht zu findende Formeldeductionen machen lie-

ßen. Wir werden übrigens auf dieſen Gegenſtand noch in der Folge zurückzukommen Gelegenheit haben.

Halten wir die eben erwähnte Anſicht feſt, ſo würde die von der Leber abgeſonderte Galle in ihren durch die Säure des Chymus und die ſauren Darmſäfte nicht fällbaren Beſtandtheilen mit den aufgelöſ'ten Theilen des Speiſebreies aufgeſogen werden und hierbei dienen, die Stoffe ſelbſt zu verändern; z. B. vielleicht Faſerſtoff in Eiweiß überzuführen, aus Proteinkörpern Fett zu bilden, mit ſtickſtoffloſen Speiſen (und Harnſtoff) Proteinkörper zu erzeugen u. dgl. Nur das völlig Unbrauchbare würde aus dem Organismus wieder entfernt. Da jedoch in dem Verdauungskanale nicht immer neuer Chymus vorhanden iſt, die Gallenſecretion aber beſtändig fortdauert, ſo erhellt hieraus, daß auch ein Theil der Galle, die nicht zu Verdauungs- und Ernährungszwecken mehr dient, einfach ausgeleert werden kann.

Der Harn, welcher gewiſſermaßen eine Supplementarſecretion in Bezug auf die Galle darſtellt, übernimmt einerſeits die Rolle, eine Quantität Waſſers und die in Waſſer gelöſ'ten organiſchen und unorganiſchen Beſtandtheile, anderſeits den nicht brauchbaren Stickſtoff vorzugsweiſe abzuführen. Rückſichtlich des Nitrogens iſt ſein vorzüglichſter und am meiſten charakteriſtiſcher Stoff der Harnſtoff. Nach dieſem kommen dann Harnſäure, Ammoniak, Hippurſäure. Daß der Harnſtoff der Hauptrepräſentant für den durch den Urin abgeführten Stickſtoff ſei, lehrte einerſeits ſein ſo ſehr bedeutender Stickſtoffgehalt (nach Prout, Liebig und Wöhler 46,6—46,7 %) und anderſeits der Umſtand, daß er bei Fleiſchfreſſern um vieles reichlicher als bei Pflanzenfreſſern ausgeleert wird, daß er nach heftiger Bewegung und überhaupt nach allen Thätigkeiten, welche einen ſtärkern Umſatz der Körpertheile bedingen, an Menge zunimmt. Im Normale hängt wahrſcheinlich die größere Quantität von Harnſtoff von den genoſſenen und nicht aſſimilirten ſtickſtoffhaltigen Nahrungsmitteln, wenn dieſe in größeren Summen verabreicht worden, her. Allein daß auch durch die Umſetzung der Körpertheile Urée entſtehe, beweiſen die Erfahrungen, daß bei Hungernden der Harnſtoffgehalt des Urins nicht nur nicht ab-, ſondern zunimmt, und daß nach den Beobachtungen von Laſſaigne, Marchand und Lehmann auch bei rein ſtickſtoffloſer Koſt Urée im Urin gefunden wird. Leider beſitzen wir noch keine ſicheren Mittelzahlen, wie viel Harnſtoff im Urine von Fleiſch- und in dem von Pflanzenfreſſern vorkommt. Bedenken wir aber, daß auch bei letzteren, wenn ſie ihre Bewegungsorgane fleißig in Anſpruch nehmen, wie z. B. das Pferd, ein ſehr reger Umſatz der Körpertheile ſtattfinden muß, und daß auch der Pflanzenfreſſer bei kräftiger Nahrung ein Quantum ſtickſtoffhaltiger vegetabiliſcher Producte zu ſich zu nehmen genöthigt iſt, ſo muß es auffallen, weßhalb im Urine des Pferdes ſo wenig Harnſtoff vorkommt. Hieronymi z. B. fand im Urine des Löwen bei 84,6 % Waſſer und 15,4 % feſten Rückſtands 13,22 % Harnſtoff, Osmazom und freie Milchſäure = 85,84 % des trocknen Rückſtands überhaupt. Fourcroy und Vauquelin hatten im Pferdeharn bei 94 % Waſſer und 6 % feſten Rückſtands 0,7 % Harnſtoff = 11,66 % des trocknen Rückſtands im Ganzen. Woher dieſe ſo geringe Menge Harnſtoff? In der oben angeführten Verſuchsreihe von Bouſſingault nahm das Pferd täglich 139,4 Grm. Stickſtoff ein und entleerte durch den Harn nur 37,8 Grm., alſo auch, abgeſehen von dem durch die Umſetzung der Körpertheile frei werdenden Stickſtoff, viel weniger als durch die Nahrung eingenommen worden, ſo daß auch die Ausflucht, als ginge bei wenig Harnſtoff viel Stickſtoff mit dem Ammoniak davon, hinwegfällt. Vielleicht daß ſich dieſes Räthſel durch folgende hypothetiſche Vorſtellung löſen läßt. Nehmen

wir an, daß bei der Chylusbildung die stickstoffhaltigen Proteinkörper, welche das Pferd genießt, unter der Beimischung von Choleinsäure der Galle in Fett übergehen, so werden für 1 Atom Protein 3½ Atome Harnstoff als Nebenproduct gebildet. Nun könnte aber aus nur 2½ Atomen Harnstoff mit 1 Atom Choleinsäure und 1 Atom Amylon neues Protein als Ersatz entstehen, wie ebenfalls früher entwickelt worden ist. Bediente sich die Natur dieses Weges und verwendete den aus den Proteinkörpern durch ihre Fettumwandlung frei werdenden Harnstoff, um mit Amylon und Choleinsäure, die beide in reichlicher Menge vorhanden sind, neues Protein zu bilden, so gewönne sie hierbei scheinbar. Denn die 7 Atome Harnstoff, welche sie aus 2 Atomen Protein zöge, reichten hin, um mit Amylon und Choleinsäure 2,8 Atome Protein neu zu erzeugen. Natürlicherweise sieht man leicht, daß der scheinbare Gewinnst auf dem Zusatze von mehr Choleinsäure beruht. Auf diesem Wege würde dann, da eine reichliche Gallenabsonderung stattfindet, mehr Protein, als durch die bloße einfache Aufnahme der durch die Speisen dargereichten Proteinkörper möglich wäre, hervorgebracht. Allein auch auf einer zweiten Bahn dürfte die Natur vielleicht diesem Ziele entgegeneilen. Wir wissen, daß bei dem Pferde und dem Rindviehe statt der Harnsäure bald Hippursäure, bald Benzoesäure producirt wird. Die Formel der Harnsäure ist $= C_5 H_4 N_4 O_3$, die der Hippursäure $= C_{18} H_{15} N_2 O_5$, die der Benzoesäure $C_{14} H_{10} O_3$. Hieraus erhellt aber, daß die Natur durch die Hippur- und Benzoesäure der Pflanzenfresser mehr Kohlenstoff und Wasserstoff und weniger Stickstoff entleert. Die Ersparung von Stickstoff ist bei der Benzoesäure natürlich größer als bei der Hippursäure. Das Nitrogen kann wieder mit Choleinsäure und Amylon zur Bildung von Proteinkörpern verwendet werden. Dieses scheint auch mit den Nebenumständen, unter welchen die Producte erzeugt werden, zu stimmen. Ein Pferd, welches ruhig im Stalle steht, dessen Muskeln also in geringerer Thätigkeit sind, daher weniger Ersatz an Substanz nöthig haben, producirt auch die noch stickstoffhaltige Hippursäure. Bewegt es sich und braucht so mehr Nitrogen für die Redintegration seiner Muskeln, so erzeugt es die stickstofflose Benzoesäure. Findet sich nicht etwa in dem mit Benzoesäure versehenen Harn mehr Harnstoff, so dürfte diese Sache direct beweisen, daß der Stickstoff der stärkern Umsetzung der thätigeren Theile nicht ausgeschieden, sondern nochmals zur Redintegration der Gebilde auf die oben geschilderte Weise benutzt wird.

Die Nahrungsmittel einerseits und die Excrete, namentlich die Perspiration, die Excremente und der Harn anderseits, bilden, wenn das Körpergewicht innerhalb eines bestimmten kürzern Zeitraums das Gleiche bleibt, die beiden Factoren, welche einander beständig compensiren müssen. Eine Reihe hierher gehörender, besonders die Formation der Kohlensäure und des Wassers betreffenden Punkte, hat Liebig in neuester Zeit mit ausgezeichnetem Scharfsinne entwickelt. Da wir in dieser Beziehung schon von den Speisen, den Excrementen und dem Harne theils in dem zweiten, theils in dem dritten Theile dieses Artikels gehandelt haben, so bleiben uns hier vorzüglich die Verhältnisse der Perspiration allein übrig. Je mehr Sauerstoff in den Körper gebracht wird, um so leichter wird sich mit oxydirbarem Kohlenstoff und Wasserstoff Kohlensäure und Wasser bilden. Wie Liebig schon sehr richtig bemerkt, hängt dieses aber mit der Temperatur des Medium, in welchem der Mensch oder das Thier athmet, sehr innig zusammen. Nehmen wir die Capacität der Lungen bei einem und demselben Individuum oder im Mittel als die gleiche an, so wird bei höherer Temperatur ausgedehntere Luft und daher weniger Sauerstoff einge-

athmet. Daſſelbe Volumen inſpirirter Luft aber wird bei der in der größern Kälte ſtattfindenden Condenſation mehr Oxygen enthalten. Soll der Körper nicht ſelbſt angegriffen werden, ſo wird er im Sommer und in wärmeren Zonen weniger, in der Kälte und in nördlicher oder höher gelegenen Gegenden mehr Kohlenſtoff durch die Speiſen zugeführt erhalten müſſen. Daher der Nordländer mehr von Fett, der Südländer mehr von kohlenſtoffärmeren Früchten lebt. Daher Hunger leichter in der Wärme als in der Kälte ertragen wird. Daher wir in warmen Zonen weniger als in kalten eſſen müſſen. Daher auch z. B. jeder Flachländer, welcher nach höher gelegenen Städten der Schweiz, z. B. Bern, Freiburg, St. Gallen kommt, ſeinen Appetit geſteigert findet. Daher Alle überall im Winter mehr verzehren u. dgl. Aus demſelben Grunde ſteigt auch die Eßluſt der Polarvölker oft ins Unglaubliche, wie dieſes z. B. von den Samojeden, den Eskimos bekannt iſt. So erzählt auch Hogguer[1]), daß die Lappen das Fett außerordentlich lieben und daß zwei Menſchen der Art binnen ſechs Stunden ein ausgewachſenes Rennthier ganz und gar verzehrten. Nach Zetterſtedt aß ein Lappe 12 Pfd. Butter auf ein Mal und ein Anderer, der zwei Tage lang gehungert hatte, ein ganzes Rennthier [2]). Wir dürfen jedoch die auf den oben vorgetragenen Satz zu baſirenden Folgerungen nicht zu weit treiben. Im Allgemeinen können wir noch ſchließen, daß bei der bedeutenderen Menge producirter Kohlenſäure auch die Kohlenſtoffanhäufungen im Körper im Norden geringer ſind als im Süden. Daher die reichlicheren Leberaffectionen in ſüdlichen Climaten. Wollen wir daſſelbe auf die Pigmentbildungen anwenden, ſo ſtoßen wir auf Schwierigkeiten. Denn einerſeits haben wir im hohen Norden, wie eben z. B. bei den Lappen, dunkle Völkerſtämme, anderſeits behalten ſüdliche Nationen, wie Juden, Araber, Italiener, Spanier, Neger, welche ſich nach nördlichen Gegenden übergeſiedelt haben, trotz der Veränderung des Clima, ihre dunkle Farbe der Haut und der Augen meiſtentheils bei. Hier ſiegt die individuelle und nationelle Conſtitution über die genannte Einwirkung der Temperatur des Landes.

Liebig ſieht, wenn ich nicht irre, den Effect des eingeathmeten Sauerſtoffs als das Primum movens der Kohlenſäurebildung an und ſpricht daher auch von einer verzehrenden Einwirkung des Atmoſphäre. Es ſcheint mir, als ließen ſich einer ſolchen Anſicht folgende Gründe entgegenſtellen. 1) Träte die Atmoſphäre in der That in dem lebenden Organismus in dieſer Rolle auf, ſo könnte ſie höchſtens ſo viel Kohlenſäure und Waſſer erzeugen, wie in der Fäulniß. Im Leben wird aber bei Menſchen, Säugethieren und Vögeln mehr producirt, weil die Natur fortwährend den Verbrennungsmotor, den Sauerſtoff einführt und die Producte, Kohlenſäure und Waſſer, abführt. Nun kann es aber unmöglich der Zweck der Natur ſein, die mit ſo vieler Mühe aufgebaute Maſchine des lebenden Organismus ſchneller noch als dieſes durch Fäulniß möglich wäre, zerſtören zu wollen. Die einzige Abſicht des Athmungsproceſſes kann von dieſer Seite betrachtet nur die ſein, einen ſchnellern Wechſel der Materie des Organismus zu erzeugen, dieſen zu zwingen, das Ergänzungsquantum durch eingenommene Nahrungsmittel zu erſetzen. Spielte aber hierbei der Sauerſtoff den bloßen Verbrenner, d. h. Zerſtörer der organiſchen Theile, ſo könnte unmöglich die Aufhebung des Athmungsproceſſes, wie dieſes der Fall iſt, momentan tödten. Es müßte das Leben wenigſtens einige Zeit, d. h. ſo

---

[1]) Reiſe nach Lappland und dem nördlichen Schweden. Berlin 1841. 8. S. 153 u. 54.
[2]) Nach Hogguer (a. a. O. S. 168) werden die Rennthiere zu 6—10 Jahren geſchlachtet. Ein 8—10jähriges, gut genährtes Thier kann 300—350 Pfd. wiegen.

lange bis das Blut tiefere materielle Veränderungen, vorzüglich im Nervensysteme, hervorgerufen hätte, fortdauern. Wenn man bedenkt, wie überall das arterielle Blut sogleich belebend wirkt, so dürfte eine Ansicht, daß das eingenommene Oxygen nur diene, um Kohlenstoff und Wasserstoff zu verzehren und fortzuschaffen, immer weniger Raum gewinnen. 2) Da die vorzüglichsten stickstoffhaltigen Körper des Pflanzenreichs in ihrer organischen Zusammensetzung den stickstoffhaltigen Hauptkörpern des Thierreichs analog sind, und die in der Pflanze noch reichlicher vorhandenen stickstofflosen Körper nur um so leichter unter dem Einflusse des Oxygens der Luft Kohlensäure und Wasser bilden konnten, so ließe sich bei den Vegetabilien eine solche verzehrende Einwirkung der Atmosphäre um so eher erwarten. Nun entbinden aber bekanntlich die Gewächse im Lichte Sauerstoff und nur im Dunkeln Kohlensäure. Die letztere leitet sogar Liebig nicht von der Pflanze selbst, sondern davon her, daß die von dem Gewächse aufgenommene Kohlensäure bei Mangel des Lichts nicht zersetzt werde und daher abdunste. Wie mir scheint, deuten alle anatomisch-physiologischen Verhältnisse darauf hin, daß in dem thierischen Körper der eingeathmete Sauerstoff noch zu anderen Zwecken als zur bloßen Verzehrung des verbrennbaren Kohlenstoffs und Wasserstoffs diene. Von chemischer Seite sind allerdings diese Wirkungen gegenwärtig noch schwer einzusehen. Allein anatomisch-physiologisch dürften sie kaum einem Zweifel unterliegen. Ich erinnere nur z. B. daran, daß Hirn, Rückenmark und jeder einzelne Körpernerve auf der Stelle gelähmt werden, sobald wir den Zutritt von oxygenirtem Blute zu ihm abschneiden.

Indem nun aber so der erwachsene Organismus dasjenige, was er durch die Perspiration, die Faeces und den Harn verliert, durch die Nahrungsmittel zu ergänzen sucht, ernährt er auch seine eigenen Körpertheile, d. h. ersetzt ihnen, wenn er weder wächst, noch abnimmt, so viel als sie durch ihre Kraftübung verbrauchen. Jede specielle Energie eines Organs oder Gewebtheils muß natürlich dieses abnutzen, von ihm eine bestimmte Menge, sei es in der Form von Kohlensäure und Wasser oder in anderer Combination abscheiden; der Muskel durch seine Bewegung, das Nervensystem durch seine nervösen Energieen, die Haut durch Fühlen und Abreiben u. dgl. m. Soll dieses wieder ersetzt werden, so werden aus den Nahrungsmitteln wieder gleiche Materien verlangt. Ein Mensch oder ein Thier, welches daher z. B. viel Bewegung hat, fordert reichlichere stickstoffhaltigere Nahrung und wird dann weniger fett als stark. Ein Mensch, der viel denkt, ist in der Regel magerer u. dgl. m. Von der Idee geleitet, daß die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel zur Wiederherstellung der mit Ausnahme des Fettes stickstoffhaltigen Theile, die stickstofflosen dagegen zur Fettbildung und Athmung allein dienen können, theilt auch Liebig die Nahrungsmittel in plastische, z. B. Fibrin, Albumin und Casein der Pflanzen und der Thiere und Respirationsmittel, wie Fett, Amylon, Gummi, Zucker, Pectin, Bassorin, Wein, Bier, Branntwein, ein. Nimmt man dagegen, wie oben vorgeschlagen wurde, an, daß bei den Pflanzenfressern die Proteinkörper der Nahrung in Fett umgesetzt werden und daß aus dem Nebenproducte dem Harnstoffe in Verbindung mit Choleinsäure und Amylon neue Proteinkörper entstehen, so ändert sich der Standpunkt ein wenig. Da die zu dieser Bildung nothwendige Galle nicht bloß aus den verzehrten Nahrungsmitteln, sondern auch aus den umgesetzten Körpertheilen entsteht, so kann dann, wenn die Natur zugleich weniger Harnstoff ausscheidet, selbst bei rein stickstofflosen oder bei stickstoffarmen Nahrungsmitteln Proteinbildung resultiren. Dieses scheint auch mit einigen diätetischen Phänomenen zu stimmen. Das Bier, z. B. anhaltend

und reichlich genoſſen, ſchwemmt den Körper auf, macht fett und verdummt. Nichts deſtoweniger aber bilden kleine Mengen ſtarken Biers, wie Reconvalescenten täglich beweiſen, ein wahrnehmbares Stärkungsmittel. Nun ſind die Hauptbeſtandtheile des Biers, Waſſer, Alkohol, Lupulin, Stärkegummi, Zucker, Pflanzenleim ſtickſtofflos. Wenn auch Wackenroder in jedem Malzbier $^1/_4$—$^5/_4$% Pflanzeneiweiß gefunden hat, ſo dürfte es dieſer geringen Quantität eines Proteinkörpers ſeine ſtärkende Kraft kaum verdanken. Daſſelbe Raiſonnement läßt ſich für den Wein anwenden. Seine Hauptbeſtandtheile Waſſer, Alkohol, Oenanthſäureäther, Zucker, Gummi ſind ſtickſtofflos und woher ſeine ſtärkende Kraft? Hier wären nur zwei Annahme zur Erklärung möglich. 1) Nach der Idee, dieſe Subſtanzen als Reſpirationsmittel anzuſehen, würden ſie Material für Kohlenſäure und Waſſer liefern und ſo verhüten, daß weniger Körpertheile zu dieſem Zwecke aufgeſogen würden. Dieſe Erklärung würde aber immer noch weniger vollſtändig erörtern, warum z. B. bei ſparſamer Diät entſtandene ſchlechte Eiterungen durch den Genuß von Bier, Wein u. dgl. verbeſſert werden. Auch frägt es ſich noch ſehr, ob wir bei der unzweifelhaft fortdauernden Galle- und Harnabſonderung den Umſatz der Körpertheile, der bei den nicht minder fortdauernden Energieen der Organe exiſtirt, durch bloße Diätänderung ſo ſehr beſchränken können. 2) Oder man nimmt an, daß unter dem Einfluſſe der kohlen- und waſſerſtoffreichen geiſtigen Getränke mit Beihülfe der durch den Umſatz der Körperorgane entſtehenden Choleinſäure und des Harnſtoffs neue Proteinkörper entſtehen. Ich muß offen bekennen, daß mich weder die eine noch die andere Hypöthese befriedigt, daß mir aber die zweite naturgemäßer und vollſtändiger zu ſein ſcheint.

In dem Nutritionsacte müſſen beide Momente, das anſetzende und das fortgehende, mit einander im Gleichgewichte ſtehen. Wir haben ſchon im erſten Theile geſchildert, was wir von der Art, wie der Anſatz der neuen Stoffe geſchehe, wiſſen und wie vieles mehr wir daran nicht kennen. Die chemiſche Matrix des Anſatzes bildet das Blut und die von ihr ausgehende Ernährungsflüſſigkeit. Aus dieſen beiden Factoren müſſen auch alle einzelnen Organtheile ernährt, d. h. gebildet werden können. Zu einer ſpeciellen Erkenntniß, wie dieſes überall geſchehe, fehlen uns die Data noch durchaus. Allein die allgemeine Möglichkeit läßt ſich auch von chemiſcher Seite einſehen. Scherer hat in neueſter Zeit den Verſuch gemacht, eine Reihe der wichtigſten Stoffe des thieriſchen Körpers in ihren elementaranalytiſchen Reſultaten auf Protein zu reduciren. Nach ihm und Liebig iſt die Formel des Protein $C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14}$. Indem Scherer bei ſeinen gefundenen Werthen die Kohlenſtoffatome auf C_{48} fixirte, erhielt er:

Leimgebende Gewebe (Ichthyocolla, junge Kalbsſehnen und Subſtanz der Sklerotika) . . . . . $= C_{48}\ H_{82}\ N_{12}\ O_{18}$

Daher 2 At. leimgebendes Gewebe . $= C_{96}\ H_{164}\ N_{30}\ O_{36}$

$= C_{96}\ H_{144}\ N_{24}\ O_{28} + H_{18}\ N_6 + H_2\ O_1 + O_7.$

$=$ 2 At. Protein $+$ 6 At. Ammoniak $+$ 1 At. Waſſer $+ O_7$.

Chondrin (Rippenknorpel der Kälber und Cornea des Auges) . . . . . $= C_{48}\ H_{80}\ N_{12}\ O_{20}$

$= C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14} + H_8\ O_4 + O_1$

$=$ 1 At. Protein $+$ 4 At. Waſſer $+ O_1$.

Mittlere Arterienhaut (elastisches Gewebe) $= C_{48}\ H_{76}\ N_{12}\ O_{16}$
$= C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14} + H_4\ O_2$
= 1 At. Protein + 2 At. Wasser.

Horngebilde (Oberhaut der Fußsohle, Haare, Büffelhorn, Nägel, Wolle) . $= C_{48}\ H_{76}\ N_{14}\ O_{17}$
$= C_{48}\ H_{72}\ N_{12}\ O_{14} + H_6\ N_2 + O_3$
= 1 At. Protein + 1 Doppelatom Ammoniak + O_3.

Federn . . . . . $= C_{48}\ H_{78}\ N_{14}\ O_{16}$ = 1 At. Horn — O_1.

Die Eischaalenhaut des Hühnereies stellte sich nicht, wie anatomisch zu erwarten ist, dem elastischen, sondern dem Horngewebe parallel. Obgleich bei allen diesen Analysen nothwendigerweise sämmtliche Substanzen heterogene Gemengtheile und heterogene Entwicklungsstadien enthielten und daher die Resultate nur statistisch sind, obgleich natürlich ohne Bestimmung der Sättigungscapacität die Formeln unbestimmter erscheinen und die Reduction auf Protein, d. h. einen im Organismus wahrscheinlich im reinen Zustande gar nicht existirenden Körper nur etwas Ideales ist, so beweisen diese mühevollen Untersuchungen doch so viel, daß die Entstehung der organischen Stoffe der Muskeln, der Sehnen, der Knorpel, der Sklerotica, der Cornea, der hornartigen Gebilde aus dem an Proteinkörpern so reichen Blute ohne sehr bedeutende Umänderung der Elemente erfolgen könnte. Daß auf gleiche Art Formeln, nach welchen der Werth des Bluts in den Werth von Choleinsäure und harnsaures Ammoniak oder Harnstoff zerfällt werden kann, construirbar sind, wird später noch angeführt werden. Die Bildung der Fette ist schon daher leicht ersichtlich, weil vom Chylus aus immer bedeutende Mengen von Fett (mehr als augenblicklich verzehrt wird) in das Blut gelangen. Alle solche Formelcombinationen bleiben aber, so lange sie nicht empirisch bewiesen sind, Geistesspiele, welche höchstens bildlich veranschaulichen, nichts aber definitiv beweisen.

Alle durch den Ernährungsproceß hervorgerufenen Veränderungen müssen sich in dem Centrum der Vegetationserscheinungen, dem Blute, gleichsam abspiegeln. Diese Flüssigkeit muß daher als der Ausgangs- und der Sammelpunkt aller dieser Metamorphosen die größte Wandelbarkeit besitzen. In dieser Beziehung sind unsere Kenntnisse noch sehr mangelhaft und, was das Chemische betrifft, fast gänzlich defect. Wir wissen, daß die Blutkörperchen nicht unmittelbar zur Ernährung verwendet werden. Sie entstehen fortwährend und vergehen wiederum, d. h. lösen sich in dem Liquor sanguinis auf. Dieser letztere recrutirt sich wahrscheinlich auf diesem Wege um so mehr, je mehr er durch den Abgang der Ernährungsflüssigkeit verloren hat. Ist diese Annahme richtig, so sind die Blutkörperchen Bildungen, welche die Möglichkeit eines zur Ernährung tauglichen Liquor sanguinis bedingen. In neuester Zeit haben Schultz und vorzüglich Simon diese anhaltenden Metamorphosen der Blutkörperchen zu Vorstellungen über den Stoffwandel angewendet. Der Letztere erklärt z. B. daraus, daß sich nach ihm das Fibrin und Albumin trotz seines Abgangs durch Ernährungsproceß reichlicher im venösen als im arteriellen Blute vorfinden, und sieht die Erzeugung von Gallenstoffen und Harnstoff ebenfalls als Folgen dieser Zersetzungen an. Da sich aber über diesen Gegenstand bloße, nicht einmal auf Elementaranalysen zu begründende Hypothesen aufstellen lassen, so dürfte am besten jede nähere Darstellung vorläufig zu unterlassen sein.

In dem Liquor sanguinis, welcher durch die Gefäßhäute hindurchschwitzt, erleidet der Faserstoff, wie die Elementaranalysen von Fellenberg zeigen, noch keine Veränderung. Denn das in dem flüssigen gerinnbaren Exsudate eines Pferdes enthaltene Fibrin ließ sich noch nach den durch Nebenumstände gebotenen Reductionen auf die gleiche Formel wie der Faserstoff des Bluts desselben Thiers $= C_{80} H_{156} N_{23} O_{27}$ reduciren. Indem aber der Faserstoff sich ansetzt, gleichsam auskrystallisirt, zeigen sich Veränderungen, welche auch durch die anatomisch physiologischen Verhältnisse sehr gut unterstützt werden. Nach der ursprünglichen Deutung der von Fellenberg gemachten Elementaranalysen ergiebt es sich, daß zu einem je festern Gebilde der Faserstoff sich consolidirt, um so mehr Wasserelemente von ihm abgehen. Dieses Gesetz verificirt sich dann im Erwachsenen, im Embryo und bei krankhaften Neubildungen. Ueberall bleiben die Atome des Kohlenstoffs und des Stickstoffs ganz und gar oder fast gänzlich unverändert, und nur die des Wasserstoffs und Sauerstoffs oder die des erstern allein vermindern sich mit zunehmender Consolidation immer mehr [1]). Es traten so folgende genau mit einander zusammenhängende Sätze auf:

1) Der Blutfaserstoff des Pferdes ist wasser- oder wasserstoffreicher, als der Muskelfaserstoff desselben Thiers. Bei einer trächtigen Stute ergab sich für den Muskelfaserstoff aus dem Glutaeus maximus $C_{40} H_{62} N_{11} O_{11}$ und für den Blutfaserstoff $C_{40} H_{70} N_{11} O_{15} = C_{40} H_{62} N_{11} O_{11} + H_8 O_4$ = 1 At. Muskelfaserstoff + 4 At. Wasser. Bei einem an Bauchentzündung verstorbenen Pferde glich der Muskelfaserstoff $= C_{80} H_{124} N_{22} O_{30}$, der Blut-

---

[1]) Die von Fellenberg gemachten Elementaranalysen, welche, wie man aus seiner Schrift sieht (Fragment de recherches comparées sur la nature constitutive des différentes sortes de fibrine du cheval dans l'état normal et pathologique. Berne 1841. 8. p. 9. sqq.), sämmtlich oft und mit Genauigkeit wiederholt wurden, und bei welchen die Verbrennung mit chromsaurem Bleioxyd vorgenommen werden, stimmen nur annähernd mit den Proteinformeln von Mulder. Der Grund davon dürfte aber der sein, daß die Behandlung mit Salzsäure, die Auflösung in Kali und die Fällung durch Essigsäure leicht die Wasseratome, welche allein Veränderungen zeigen, bewirken können. Eigenthümlicher erscheinen die Differenzen, wenn man die Analysen des Faserstoffs des Pferdebluts von Fellenberg mit der mit chromsaurem Blei unternommenen Untersuchung des Fibrin des Menschenbluts von Scherer (Annalen der Pharmacie. Bd. XL. S. 34) vergleicht. Beide Chemiker hatten ihre Faserstoffe nur mit Wasser ausgezogen und dann mit Alkohol und Aether behandelt. Fellenberg fand im Faserstoffe des Bluts einer trächtigen Stute in vier Bestimmungen 49,969 %, 50,256 %, 50,854 % und 50,562 % und nach Abzug der Asche 50,977 %, in der Fibrine eines mit Herzentzündung behafteten Pferdes in einer Probe 49,771 % und in dem Faserstoffe des Arterienbluts eines an Bauchentzündung verstorbenen Pferdes 50,810 % und 51,0208 % Kohlenstoff; Scherer dagegen bei der Verbrennung mit Kupferoxyd 53,671 % und bei der mit chromsaurem Bleioxyd 54,454 % Carbon. Es läßt sich nicht annehmen, daß hier ein analytischer Fehler zum Grunde liege. Denn abgesehen von der Wiederholung der Analysen erhielt Fellenberg aus dem dargestellten Protein Werthe, welche mit den von Mulder sehr gut übereinstimmten. Eben so unwahrscheinlich ist es, daß die von beiden Chemikern vorgenommene Vorbereitung des Auskochens und des Ausziehens mit Alkohol und Aether die Kohlenstoffprocente reducirt habe. Wenn man, was ebenfalls kaum anzunehmen wäre, den Unterschied nicht auf individuelle Verschiedenheiten übertragen kann, so dürfte er darin seinen Grund haben, daß, wie Scherer's Beobachtungen lehren, der Faserstoff unter dem Einfluß der Atmosphäre fortwährend Kohlensäure entwickelt, also Kohlenstoff verliert. Wäre diese Ursache die wahre, so würde aus den Elementaranalysen von Fellenberg folgen, daß diese freiwillige, fäulungsartige Zersetzbarkeit des Faserstoffs um so größer ist, je weniger Consolidation in ihm eingetreten, daher größer im Blutfaserstoffe als im Muskelfaserstoffe, dem festem Exsudatfaserstoffe u. dgl.

faserstoff dagegen $C_{80}\ H_{133}\ N_{22}\ O_{30} = C_{80}\ H_{124}\ N_{22}\ O_{30} + H_9 =$ 1 At. Muskelfaserstoff + 9 Atom Wasserstoff.

Gleichwie der Blutfaserstoff der Mutter weniger consolidirt und daher wasserreicher als der Muskelfaserstoff derselben ist, so erscheint er, was anatomisch sehr einleuchtend ist, und gewissermaßen von selbst folgt, auch weniger consolidirt, als der Muskelfaserstoff der achtmonatlichen Frucht desselben Thiers. Für den Muskelfaserstoff des Embryo aus dem Glutaeus maximus ergab sich: $C_{40}\ H_{68,5}\ N_{11}\ O_{12,4}$. Blutfaserstoff der Mutter $C_{40}\ H_{70}\ N_{11}\ O_{15} = C_{40}\ H_{68,5}\ N_{11}\ O_{12,4} + H_{1,7} + O_{2,6} =$ 1 Atom Muskelfaserstoff der Frucht + 0,8 Wasser + 1,8 Atom Sauerstoff.

3) Aus Nro. 1 und 2 folgt dann natürlicher Weise, daß der Muskelfaserstoff des Fötus zwar minder consolidirt, als der Muskelfaserstoff der Mutter ist, daß aber in dieser Beziehung die Differenz zwischen beiden geringer, als zwischen dem Muskelfaserstoff der Mutter und dem Blutfaserstoffe derselben ausfällt. Der Muskelfaserstoff der Frucht ist $C_{40}\ H_{68,5}\ N_{11}\ O_{12,4} = C_{40}\ H_{62}\ N_{11}\ O_{11} + H_{6,5}\ O_{1,4} =$ 1 Atom Muskelfaserstoff der Mutter + 1,4 Atom Wasser + $H_{5,5}$. Zwischen dem Muskelfaserstoff und dem Blutfaserstoff der Mutter ergab sich aber eine Differenz von 4 At. Wasser.

4) Aus der allgemeinen Anatomie ist es bekannt, daß die Herzmuskulatur zwar quergestreifte Muskelfasern darbietet, daß sie aber in dem Systeme der mit zusammengesetzten Fasern versehenen musculösen Organe die niederste Stufe einnimmt. Hieraus ließe sich schon theoretisch erwarten, daß der Faserstoff der Herzmusculatur weniger consolidirt, als der des Glutaeus maximus sein wird. Fellenberg erhielt auch für den Muskelfaserstoff des Herzens $C_{80}\ H_{126}\ N_{22}\ O_{22} = C_{80}\ H_{124}\ N_{22}\ O_{22} + H_2 =$ 1 Atom Muskelfaserstoff des Glutaeus maximus + H_2.

5) Auch die plastischen Neubildungen gehorchen denselben Gesetzen. Die ursprüngliche flüssige und gerinnbare plastische Ausschwitzung enthält Faserstoff, welcher mit dem Blutfaserstoff durchaus identisch ist. Wird die Ausschwitzung fest, so consolidirt sich der Faserstoff, erreicht aber nicht die Solidescenz des Faserstoffs der Muskeln. Da dieser Gegenstand nicht sowohl hierher, als in die Pathologie gehört, so unterlasse ich, die speciellen Formeln, welche in der in der Anmerkung citirten Schrift [1]) zu finden sind, hier zu wiederholen.

Jedenfalls beweisen diese Elementaranalysen von Fellenberg daß der Faserstoff in dem Blute (der Ernährungsflüssigkeit) und dem flüssigen gerinnbaren Exsudate am wenigsten consolidirt ist, daß seine Solidescenz in dem festen Exsudate und dem Muskelfaserstoffe des Fötus schon größer, in dem Muskelfaserstoffe des Herzens noch größer und in den willkürlichen Muskeln am größten wird. Das Grundfactum aber, durch welches diese verschiedenen Solidescenzgrade hervorgerufen werden, würde sich nach der Beurtheilung ändern. Setzt man voraus, daß bei den Fellenberg'schen Untersuchungen alle Faserstoffe noch vollkommen unzersetzt waren, so würde mit fortschreitender Consolidation der Faserstoff Wasser- oder Wasserstoffatome verlieren. Ja es ließe sich vielleicht rechtfertigen, wenigstens vermuthungsweise den Faserstoff des Bluts, der Ernährungsflüssigkeit und der gerinnbaren Ausschwitzungen für ein Faserstoffhydrat, welches um so mehr von seinem Hydratwasser verliere, eine je größere Consolidation eintrete, anzusehen. Nimmt man aber — was für die Conformität mit den Untersuchungen

[1]) S. auch noch Müller's Archiv. 1840 S. 552.

von Liebig und Scherer nothwendig wäre —, wie schon in der Anmerkung erörtert wurde, auf die Kohlensäure-Bildung des Faserstoffs Rücksicht, so würde die Fibrine um so weniger durch Einwirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre sich zersetzen, je mehr sie consolidirt ist. Sie würde daher nach dem Tode und wahrscheinlich auch im Leben mit ihrer fortschreitenden Consolidation ein um so größeres conservatives Moment sich aneignen.

Die Elementaranalysen sind noch viel zu neu und zu fragmentarisch, als daß sich über die speciellen Stoffumwandelungen bei dem regenerativen Momente des Ernährungsprocesses ganz klare Vermuthungen, geschweige denn sichere Schlüsse machen ließen. Es würden vorläufig alle Bemühungen der Art auf unbegründete Formelspielereien hinauslaufen. Nur in Betreff der Verhältnisse der Horngebilde scheint sich mir nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen eine solche Deduction auf eine nicht ganz unwahrscheinliche Art zu begründen. Wir wissen nämlich, daß bei diesen Theilen selbst im Erwachsenen durch den Ernährungsproceß fortwährend neue Zellen, wie im Embryo gebildet werden. Die ersten Zellen haben einen mehr proteinhaltigen Inhalt. Mit Verschwinden desselben tritt die Verhornung der Zellenwandung ein. Nun war die Formel der Hornsubstanz (mit Ausnahme der Federn, welche 1 Atom Sauerstoff weniger enthielten) $C_{48} H_{78} N_{14} O_{17}$ $= C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} + H_6 N_2 + O_3 =$ 1 Atom. Protein + 1 Doppelatom Ammoniak + O_3. Es brauchen also nur durch die Zersetzung irgend eines stickstoffhaltigen Körpers des Bluts oder der Ernährungsflüssigkeit die Elemente des Ammoniaks dargereicht zu werden, um unter dem Einflusse von Sauerstoff aus dem primitiven proteinartigen Zelleninhalte die Verhornungssubstanz der Zellenwandungen herzustellen. Wächst diese Masse mit zunehmendem Alter, so bliebe der Proceß derselbe. Nur müßten neue Proteinkörper noch aus dem Blute zugeleitet werden. Die Formeln von Scherer führen auch in Betreff anderer Gewebe zu ähnlichen Vermuthungen, die sich, wenn man die oben angeführten Reductionen derselben auf Protein betrachtet, von selbst ergeben. Bemerkenswerth ist, daß bei allen mit Ausnahme der mittlern Arterienhaut zur Herstellung der Gewebe aus Protein freier Sauerstoff erfoderlich ist. Da nun die einzelnen Gewebe nicht unmittelbar aus dem Blut, sondern aus der das Parenchym der Organe durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit ihre Erneuerungsmateriale erhalten, so läßt sich hieraus fast mit Gewißheit schließen, daß der Sauerstoff des Arterienbluts oder der Oxygen abgebende Körper nicht bloß in diesem bleibt, sondern auch die Ernährungsflüssigkeit durchdringt. Daß dieses mit den Gesetzen der Endosmose und Exosmose harmonire, versteht sich von selbst.

Das Excretionsmoment des Ernährungsprocesses besteht darin, daß die durch Kraftäußerung oder Energieübung verbrauchten Substanzen der Körperorgane wieder abgeführt werden. Die schon früher theils in dem Artikel Absonderung, theils in diesem Artikel angeführten Momente deuten darauf hin, daß Galle und Harn die beiden Hauptwege sind, nach welchen sich die Producte des Excretionsmoments des Ernährungsprocesses hinwenden, um entweder noch ferner verbraucht oder definitiv entleert zu werden. In dieser Beziehung ist Liebig auf eine sehr schöne Formeldeduction gekommen. Er fand sowohl für das Blut, als die Muskelsubstanz die gleiche Formel [1]) $C_{48} H_{78} N_{12} O_{15}$. Die sensiblen Ausleerungen der Schlangen, der sogenannte Schlangenharn, ist fast nur harnsaures Ammoniak. Wir haben nun

[1]) Nach den von Playfair und Boeckmann (Liebig und Poggendorff's

1 Atom Choleinsäure . .	=	C_{36}	H_{66}	N_2	O_{11}
1 Doppelatom Harnsäure .	=	C_{10}	H_8	N_8	O_6
1 Doppelatom Ammoniak .	=		H_6	N_2	
		C_{46}	H_{80}	N_{12}	O_{17} =
1 Atom Blut oder Muskel	=	C_{48}	H_{70}	N_{12}	O_{13}
1 Atom Wasser	=		H_2		O_1
1 Atom Sauerstoff . . .	=				O_1
		C_{48}	H_{80}	N_{12}	O_{17}

In den höheren Thieren ändern sich wegen der reichlichern Sauerstoffeinnahme die Producte. Man erhält dann statt des harnsauren Ammoniaks Harnstoff und Kohlensäure. Denn

1 Atom Choleinsäure . .	=	C_{36}	H_{66}	N_2	O_{11}
$2\frac{1}{2}$ Atom Harnstoff . .	=	C_5	H_{20}	N_{10}	O_5
5 Atom Kohlensäure . .	=	C_5			O_{10}
		C_{46}	H_{86}	N_{12}	O_{26} =
1 Atom Blut oder Muskel	=	C_{48}	H_{70}	N_{12}	O_{13}
4 Atom Wasser	=		H_8		O_4
7 Atom Sauerstoff . . .	=				O_7
		C_{48}	H_{80}	N_{12}	O_{26}

Die Bildung von Kohlensäure neben dem Harnstoff stimmt auch vollkommen mit dem, was in dem zweiten Theile schon über das Vorkommen von reichlichen kohlensauren Salzen im Urin bemerkt worden, und was die Verhältnisse der Respiration bekanntlich ebenfalls nothwendig machen. So schön diese Sachen stimmen, so sehr diese Formeln gewissermaßen anschaulich darlegen, wie unter dem Einflusse des eingeführten Sauerstoffs Blut und Muskel in Gallen- und Harnbestandtheile umgesetzt werden, so entsteht doch in Betreff der Vögel ein Punkt, der noch nicht ganz klar ist. Bei den Schlangen, welche weniger Oxygen abgeben können, bildet sich harnsaures Ammoniak, bei den Säugethieren, welche über mehr Sauerstoff zu disponiren haben, Harnstoff und Kohlensäure. Nun athmen die Vögel noch mehr Sauerstoff ein und bilden nichts desto weniger in ihrer sensiblen Ausleerung bekanntlich Harnsäure. Braconnot fand in dem Kothe der Nachtigall

Handwörterbuch der Chemie S. 897) angestellten Analysen zeigen Ochsenblut und Ochsenfleisch identische Werthe der organischen Grundelemente und selbst der Procente der Aschenbestandtheile. Wenn man bedenkt, daß das selbst fettfreie Muskelfleisch eine große Quantität Perimysium, Blutgefäße und Nervenfasern enthält, so kann man streng genommen nicht daraus schließen, daß Muskelfaser und Blut in ihrer Zusammensetzung identisch seien. Es folgt nur daraus, daß die Totalsumme der aus der Ernährungsflüssigkeit entstehenden Producte, wie Muskelfaser, Perimysium, Blutgefäße und Nerven in ihrer Gesammtgruppirung mit der Zusammensetzung des Bluts identisch sind. In diesem Falle muß aber eine eigenthümliche Compensation stattfinden. Denn da die Ernährungsflüssigkeit unmittelbar nur aus dem Liquor sanguinis hervorgehen kann, so muß dasjenige, was die Blutkörperchen ausmachen, in den soliden Bildungen der Muskelfasern, des Zellgewebes u. s. f. ergänzt sein. Man müßte dann vielleicht annehmen, daß beiderlei Gebilde ein identisches Grundcapital von festen Theilen haben und daß dieses daher durch beiderseitige Hinzufügung des Liquor sanguinis nicht geändert wird.

Harnsäure mit harnsaurem Kali und Ammoniak, Gmelin in dem eines mit Rindfleisch gefütterten Bussard harnsaures Ammoniak. Wollte man aber sagen, daß proportionell der größern Sauerstoffeinnahme auch mehr Kohlensäure und Wasser ausgeathmet werde, so ließe sich wenigstens nach den bisjetzt vorliegenden Kenntnissen kein sicherer Grund finden, dasselbe nicht auch auf die Säugethiere überzutragen. Auffallend bleibt es aber, daß die Erscheinung des harnsauren Ammoniaks mehr mit der Kloakenbildung, die des Harnstoffs mehr mit den isolirten Harnwegen zusammenfällt. Erklärlicher wird aus diesen Formelcombinationen eine andere Thatsache. Wir wissen, daß sich in den Capillaren der Leber Arterienblut und Pfortaderblut vermischt, um die Galle zu erzeugen und daß die Gallensecretion zwar vorzugsweise von der Pfortader, allein auch zugleich von A. hepatica abhängt. Die obigen Formeln zeigen, daß zur Umwandlung in Galle ein Zuschuß von Sauerstoff nothwendig ist und erläutern so unmittelbar die Ursache des beigemischten arteriellen Bluts.

Durch das regenerative und das Excretionsmoment des Ernährungsprocesses entsteht der wahre Umsatz der Gebilde. In Betreff des letztern stellt sich nun das Problem, wie er sich bei Fleisch- und bei Pflanzenfressern verhalte. Bleiben wir zuvörderst auf dem rein chemischen Standpunkte stehen, so läßt sich, wie dieses auch Liebig gethan hat, mit Recht schließen, daß der Umsatz bei den Pflanzenfressern viel geringer, als bei den Fleischfressern ausfalle. Die Ersteren nehmen eine weit geringere Menge von stickstoffhaltigen und eine größere von stickstofflosen Nahrungsmitteln ein. Da aber alle thierischen Theile mit Ausnahme des Fetts Stickstoff enthalten und bei dem Athmen kein Nitrogen aus der Atmosphäre assimilirt wird (obgleich die von Magnus im Blute stets vorgefundene geringe Menge von Stickstoff eine neue Untersuchung trotz den Erfahrungen von Bouſſingault nothwendig machte), so muß ihnen viel weniger Ersatzmaterial zugeführt werden. Daher die geringere Menge von Harnstoff, daher die bloße Anwesenheit von Hippursäure und Benzoesäure statt der Harnsäure im Urin, daher die geringere Quantität von phosphorsauren Salzen in Harn und Stuhl u. dgl. mehr. Den Fleischfressern werden umgekehrt größtentheils stickstoffhaltige und nur in dem Fette stickstofflose Nahrungsmittel geboten. Bei ihnen muß daher der Umsatz weit stärker ausfallen. Daher bei ihnen die Nothwendigkeit reichlicherer Bewegung. Daher mehr Harnstoff, daher die Existenz der Harnsäure in ihrem Urin, daher die reichliche Menge phosphorsaurer Salze in ihren sensiblen Ausleerungen.

So richtig aber auch der Grundgedanke ist, daß die Fleischfresser mehr und rascher umsetzen, als die Pflanzenfresser, so dürften sich einige Gründe dafür anführen lassen, daß diese Differenz wahrscheinlich geringer ist, als sich nach den eben angeführten Ursachen erwarten ließe. Wir haben unter den Pflanzenfressern ebenfalls unermüdliche Läufer, wie das Pferd, die Gemse, das Rennthier, den Hasen u. dgl. Thiere, welche behuf ihrer Lebensweise sehr viel Kraft brauchen z. B. die pflanzenfressenden Nager. Obgleich keine genauen Erfahrungen hierüber vorliegen, so scheint doch die Hautabschuppung bei dem Pferde z. B. nicht wesentlich geringer, als bei dem Hunde zu sein. Es ließe sich wohl auch denken und nach den weisen Combinationen der Natur zum Theil auch erwarten, daß, wenn sie zwischen Pflanzen- und Fleischfressern keine so ungeheure Kluft von Kraft und Kraftäußerung, als sich der Verschiedenheit der Nahrung nach auf den ersten Blick erwarten ließe, erzeugt, sie auch durch eine gewisse Compensation das Gleichgewicht

möglichſt herzuſtellen geſucht hat. Der Pflanzenfreſſer verzehrt im Allgemeinen weit mehr Nahrung als der Fleiſchfreſſer, und zieht dieſelbe bei der größern Länge ſeines Darms wahrſcheinlich mehr aus. Nichts deſto weniger geben, wie die Tabellen von Bouſſingault beweiſen, noch ſelbſt größere Mengen Nitrogen, als durch den Harn, mit dem Kothe ab. Wenn nun doch durch reichliche Energieausübung der Organe, vorzüglich durch ſtarke Bewegung, auch ein größerer Umſatz bedingt wird: auf welche Art könnte wohl die Natur dieſes realiſiren, als daß ſie vielleicht neben den ſtickſtoffhaltigen Producten der Nahrungsmittel die ſtickſtoffhaltigen Erzeugniſſe der eigenen Körperorgane wieder benutzt, um das regenerative Moment des Ernährungsproceſſes möglich zu machen? Man könnte ſich vorſtellen, daß die Choleinſäure und der Harnſtoff der umgeſetzten Körperorgane wieder zuſammentreten, um Proteinkörper zu bilden. Der noch mangelnde Kohlenſtoff und Sauerſtoff würde, wie ſchon oben entwickelt wurde, leicht durch das Amylon herbeizuſchaffen ſein. Nur die überflüſſigen oder gar nicht brauchbaren ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile der Speiſen, der Galle und des Harns würden auf dieſe Art mit dem Kothe und dem Urine wieder ausgeleert. Bei den Fleiſchfreſſern würde eher ein Mangel an den Elementen von Kohlenſäure und Waſſer entſtehen. Hier könnte, wie Cuvier ſchon ahnte und Liebig es beſtimmter ausſprach, die Galle theils an und für ſich, theils dadurch, daß ſie die Proteinkörper in Elain oder Fett überhaupt und Harnſtoff umſetzte, den Mangel an Elementen der Kohlenſäure und des Waſſers, ſo weit dieſes bei der Nahrungsweiſe und dem Athmungsverbrauche nothwendig iſt, erſetzen. Erfolgte ein ſolcher Proceß, ſo müßte der Koth ſtickſtoffarmer und der Urin harnſtoffreicher werden. Man könnte ſich daher hypothetiſch vorſtellen, daß ſo die amphibole Rolle, welche die umgeſetzten Körpertheile und vorzüglich die Galle bei Pflanzen- und Fleiſchfreſſern ſpielten, eine Art von Compenſation hervorriefen [1]).

Alles Wachsthum reſultirt daraus, daß die Ausgaben des Organismus geringer, als die Einnahmen ſind. Es müſſen daher dem jungen Thiere, und vorzüglich dem Embryo, welcher am meiſten wächſt, mehr Stoffe, als er verbraucht, geboten werden. Liebig ſucht auch den Nutzen der Milch darin, daß in ihrem Käſeſtoffe die organiſchen Elemente der Blutbeſtandtheile, in der Butter und dem Milchzucker aber der für die Kohlenſäure- und Waſſerbildung nothwendige Kohlenſtoff und Waſſerſtoff geliefert werde. Die beiden letzten Materien geben eine Compenſation für den unabweislichen Verbrennungsproceß, ſo daß alle ſtickſtoffhaltigen Beſtandtheile in den Körper eingehen könnten. Daher auch die jungen Pflanzenfreſſer eben ſo gut, als die jungen Fleiſchfreſſer auf Milchnahrung in der erſten Zeit ange-

[1]) Bevor wir dieſen Gegenſtand verlaſſen, müſſen wir noch einen Umſtand, zu deſſen Erklärung wir noch gar keinen Schlüſſel haben und der uns zeigt, daß die Sache doch nicht ſo einfach iſt, als ſie vielleicht von dem Standpunkte der heutigen Chemie erſcheint, anführen. Es betrifft dieſes die Umkehrung der Nahrung bei Fleiſch- und Pflanzenfreſſern. Ein Fleiſchfreſſer, z. B. ein Hund, kann Monate lang bei einer ſehr ſtickſtoffarmen vegetabiliſchen Koſt, z. B. Kartoffeln, die nach Bouſſingault 1,2% Stickſtoff (die organiſchen Stoffe = 100) enthalten, ausdauern, während ein Pflanzenfreſſer ein ſolches Experiment mit Fleiſchnahrung nicht aushielte. Der chemiſchen Theorie nach müßte eher das Gegentheil erwartet werden. Denn wenn wir für den Hund auch annehmen, daß die Kartoffeln ihm ſeine Reſpirationsmittel liefern und ihn ſo vor dem Tode ſchützen, ſo ließe ſich nicht einſehen, warum der Pflanzenfreſſer nicht aus Fleiſchnahrung daſſelbe ziehen und dazu ein ſtärkeres Wachsthum und einen ſtärkeren Umſatz ſeiner eigenen Körpertheile hervorrufen könnte.

wiesen sind. Da aber die jungen Pflanzenfresser nicht immer so lange, als sie bedeutend wachsen, Milch genießen, so muß man, wenn man dieser sehr ansprechenden Ansicht beipflichtet, annehmen, daß in ihren Nahrungsmitteln theils an und für sich, theils in Verbindung mit der Galle und dem Harnstoff der umgesetzten Körpergebilde ein Moment neuer Zufuhr von Proteinkörpern liege. Es fehlen bisjetzt noch alle Untersuchungen, um dieses zu entscheiden.

Im Embryo, wo das Wachsthum größer ist, muß die Zufuhr der Einnahmen die Ausgaben noch mehr übertreffen. Bei dem Menschen und den Säugethieren wird sich in dieser Beziehung nie eine Rechnung anstellen lassen, weil hier der eine Factor, nämlich das Quantum der von der Mutter durch die Placenta materna zugeführten Nahrungsstoffe, eine incommensurable Größe ist. Bei den Vögeln, wo ein Unternehmen der Art eher möglich wird, hat schon Prout eine Versuchsreihe gemacht. Der Umstand, daß nach ihm das Ei nach der ersten Woche des Ausbrütens 5%, nach der zweiten 13% und nach der dritten 16% an Gewicht verloren hat, deutet darauf hin, daß Eigelb, Eiweiß und Eischaale nicht nur für die stabile Bildung der embryonalen Körpertheile, sondern auch für den durch den Umsatz derselben und die Respiration nothwendig entstehenden Verlust Stoff genug darbieten. Bedenken wir die fast ungeheure Entwicklung, welche die Leber in frühester Embryonalzeit erleidet, und betrachten, wie dieses kaum anders möglich ist, die Allantoisflüssigkeit als das Product einer Harnabsonderung, die anfangs von den Wolffschen Körpern, später von den bleibenden Nieren vollbracht wird, die Amnionflüssigkeit aber als das Erzeugniß der Ausdünstung und Absonderung der Häute, vorzüglich der äußern Haut, so müssen wir schließen, daß die Bildung von Gallen- und Harnstoffen oder bei den niederen Wirbelthieren, welche des Amnion und der Allantois entbehren, wenigstens die von Gallenstoffen, ein wesentlicher Begleiter des Wachsthums des Embryonalkörpers sei. Wie man sich aber, vorzüglich bei den Pflanzenfressern, denken kann, daß die Galle und der Harnstoff nicht unnöthig ausgeleert, sondern von neuem verwendet werden, so läßt sich etwas Aehnliches für den Embryo vermuthen. Das Schlucken des Amnion, die Wiedereinnahme des Meconium in Verbindung mit dem in geringer Menge in dem Amnion befindlichen Eiweiße ließe sich hierher rechnen und in verschiedenartiger Weise deuten. Die Athmungsverhältnisse des Hühnerembryo lassen sich anatomisch darauf reduciren, daß auch hier eine Wechselwirkung mit der Atmosphäre stattfinde. Die Gefäße des Endochorion breiten sich am Exochorion oder der Eischaalenhaut aus. Das in ihnen fließende Blut steht daher mit der atmosphärischen Luft durch die Eischaalenhaut und die Eischaale in mittelbarer Berührung und kann, wenn wir die Analogie des Erwachsenen zu Hülfe ziehen, Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure und Wasser aushauchen. Hieraus dürfte sich dann der Gewichtsverlust, welcher nach Prout durch Bebrütung des Eies entsteht, erklären. Nach diesem Chemiker verliert ein Ei, welches unbebrütet an der atmosphärischen Luft liegt, im Mittel täglich ¾ Gran. Nehmen wir das mittlere Gewicht eines frischen Eies zu 900 Gran an, so beträgt sein Verlust durch die Bebrütung à 16% 144 Gran. Ein unbebrütetes Ei würde aber in 21 Tagen nur 15¾ Gran verloren haben. Rechnen wir auch dafür, daß das Ei während der Brütung in einer höheren Temperatur sich befindet und daher mehr verdunstet, das Doppelte bis Dreifache des zuletzt genannten Werths, so bleibt doch noch ein verhältnißmäßig nicht unbedeutendes Quantum, welches durch die Respiration als Kohlensäure und Wasser fortgegangen sein kann.

Da durch Dotter und Eiweiß dem Embryo Fett- und Proteinkörper geboten werden, so dürfte das Materiale zum Aufbau der Organe desselben nicht fehlen. Bei den Vögeln wird bekanntlich der Dotter nicht ganz aufgezehrt, sondern am Ende des Embryonallebens in den Bauch zurückgezogen und erst später resorbirt. Das Fett des Dotters dürfte so hier dasselbe leisten, was nach Liebig's Idee die Butter und der Milchzucker der Milch vollbringen, d. h. Kohlenstoff und Wasserstoff für die Bildung von Kohlensäure und Wasser darbieten. Diese Annahme wird noch dadurch unterstützt, daß die sogenannten Vasa lutea, so wie die Dotterplacenta der Schildkröten und Schlangen offenbar das Oel des Dotters einsaugen und dem Blute zum Verbrauche zuführen. Da der Embryo des Menschen und der Säugethiere mit der Atmosphäre in keinen Contact kommt und der Neugeborne sogleich Milch erhält, so dürfte dieses einen Fingerzeig liefern, weßhalb hier die Nabelblase nur in frühester Zeit von größerer Bedeutung ist und später keine wesentliche Rolle mehr spielt.

Daß in den Weichgebilden des Eies hinreichende Quantitäten von Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure und fixen Alkalien für den Embryo existiren, erhellt aus den Untersuchungen von Prout von selbst. Daß die sonst mangelnde Kalkerde, wie Berzelius und Lehmann vermuthen, von der Eischaale stamme und nicht, wie Prout annimmt, elementar erzeugt werde, dürfte wohl mehr, als wahrscheinlich sein.

Bedenken wir, daß bei der Entwicklung der Theile eine bestimmte Succession der morphologischen Gebilde stattfindet und stets eine frühere Form von einer späteren abgelöst wird, so läßt sich mit vieler Wahrscheinlichkeit voraussetzen, daß auch etwas Aehnliches rücksichtlich der Stoffe stattfinden und daß es quantitativ, wie qualitativ spätere Aequivalente für frühere Substanzen geben werde. Bis jetzt kennen wir nur in den Verhältnissen der Knorpel zu den Knochen solche Phänomene. Nach den Beobachtungen von Joh. Müller giebt der Knochenknorpel des schon ossificirten Knochens bei dem Kochen Colla, der der Ossification vorangehende oder durch Krankheiten wiederum dazu reducirte Knorpel Chondrin. In den früheren, wie den bleibenden Knorpeln haben wir nach den Erfahrungen von Fromherz und Gugert, Lehmann und mir viel Chloralkaloide, welche als Natronverbindungen angesehen wurden. Stellt sich die Ossification ein, so treten diese Combinationen zurück. Es erscheinen die Kalksalze vorherrschender. Allein auch in diesen wird eine ähnliche Succession bemerklich. Denn nach den Erfahrungen von Lassaigne, Kühn und mir herrschen in jungen Knochen wie in pathologischen ossificirten Neubildungen (wenigstens in der Asche) der kohlensaure Kalk über die Knochenerde vor, bis im Laufe der fernern Entwicklung das Verhältniß in das Umgekehrte umschlägt. Es bleibt noch zu untersuchen, ob nicht, wie die morphologischen Verhältnisse vermuthen lassen, solche Successionen in allen Organen früher oder später zum Vorschein kommen. Denn so sind z. B., wie schon eben angedeutet wurde, alle Hornbildungen in ihren frühesten Entwicklungsstadien eiweißartiger und etwas stickstoffarmer, als später.

Wir haben bisjetzt die wesentlichsten allgemeinen Ernährungs- und Wachsthumserscheinungen rein chemisch zu verfolgen gesucht. Es ist aber noch eines Gesetzes, welches den einfachen chemischen Verwandtschaftsgesetzen Fesseln anzulegen scheint, zu erwähnen. Ich sage: scheint. Denn wir müssen es schon nach den gegenwärtigen Kenntnissen für höchst wahrscheinlich, wo nicht gewiß annehmen, daß die chemischen Thätigkeiten des Organismus

überall nach den einfacheren chemiſchen Geſetzen, welche wir auch in unſeren Laboratorien in Anſpruch nehmen können, vor ſich geben. Zeigen ſich in dem lebenden Organismus ſcheinbar abweichende Normen, ſo rührt dieſes nicht ſowohl von anderen Grundgeſetzen, als davon her, daß in dem lebenden Körper die gegenſeitigen Combinationen der Verhältniſſe ſo fein und genau berechnet ſind, daß dasjenige, was uns ſo abweichend erſcheint, die Folge der gewöhnlichen, nur mit höchſter Weisheit gebrauchten Geſetze iſt. Ein ſolches Phänomen bildet nun auch diejenige Norm, welche bei allen Wachsthums-, wie Ernährungserſcheinungen wiederkehrt, und die man mit dem Namen der gleichartigen Affinität bezeichnen kann. Ein jeder ſchon gebildete Theil zieht nämlich aus Blut und Ernährungsflüſſigkeit diejenigen Stoffe an, durch welche entweder ſeine eigene Maſſe vergrößert oder ein ihm gleichartiger Theil gebildet wird. In dem embryonalen Blaſteme der Muskeln z. B. bildet ſich nach dem Geſetze der iſolirten Entſtehung an einzelnen diſtanten Stellen je eine Muskelfaſer. An dieſer kryſtalliſiren neue aus, und dieſes ſetzt ſich ſo lange fort, bis endlich die Blaſtemmaſſe nur zu dem Perimyſium reducirt iſt. Eben ſo zieht die gebildete Sehnenfaſer die Entſtehung einer neuen Sehnenfaſer u. ſ. f. nach ſich. Wie bei der Fäulniß der in Zerſetzung begriffene Körper ſeine Nachbarſchaft ähnlich zerſetzt und ſo endlich die Decompoſition in der ganzen Flüſſigkeit hervorruft, ſo iſt das Gleiche auch hier, nur mit dem weſentlichen Unterſchiede der Fall, daß hier durch den Organiſationsplan beſtimmt iſt, wie weit ſich dieſe gleichartige Bildung ausdehnen darf, daß ſie durch andere widerſtrebende Kräfte und Verhältniſſe früher oder ſpäter ihre Grenze findet. Bei der Ernährung zieht jeder Theil ſeine gleichartige Nahrung an ſich. Damit aber das Materiale hierfür vorhanden ſei, darf ſich der Organismus nicht auf die mehr oder minder wechſelnde und zufällige Beſchaffenheit der Nahrungsmittel verlaſſen, ſondern muß aus dieſen nach beſtimmten determinirten Zwecken auswählen. Am deutlichſten zeigt ſich dieſes bei den unorganiſchen Beſtandtheilen der Nahrungsmittel. Trotz der leichten Löslichkeit der Knochenerde in Säure, beſonders in der in den Verdauungsſäften enthaltenen Eſſigſäure und Salzſäure, wirft doch ein Hund, welcher Knochen verzehrt hat, den größten Theil des phosphorſauren Kalkes mit den Excrementen wieder aus und behält vorzüglich die organiſchen Beſtandtheile des Knochenknorpels zurück, weil ſonſt eine zu große Menge phosphorſaurer Kalkerde in ſeinen Körper gelangen würde. Wie eigenthümlich ſich die Aſſimilation der Talkerdeſalze geſtalte, wie Säuren aufgenommen, Baſen abgeſchieden werden, haben wir ſchon oben geſehen. Wahrſcheinlich werden ſich mit dem Fortſchreiten der organiſchen Chemie auch ähnliche Verhältniſſe in Betreff der organiſchen Beſtandtheile nachweiſen laſſen. Dieſe ſcheinbaren Paradora auf einfachere chemiſche Grundgeſetze zurückzuführen, wird aber auch wahrſcheinlich früher oder ſpäter gelingen.

Ueber die Einflüſſe, welche das Nervenſyſtem auf die Ernährungserſcheinungen hat, müſſen wir auf den Artikel Nervenphyſik verweiſen[1]).

G. Valentin.

[1]) Da dieſer Ende Januar 1842 abgeſchloſſene Artikel einen Gegenſtand, mit welchem ſich im gegenwärtigen Augenblicke verſchiedene Chemiker und Phyſiologen anhaltend beſchäftigen, behandelt, ſo dürften wahrſcheinlicher Weiſe bis zu dem vollendeten Drucke des Wörterbuchs noch eine größere Reihe fördernder Thatſachen bekannt werden. Sollte dieſes der Fall ſein, ſo werden die nothwendigen Nachträge in einem Supplementartikel: entweder im zweiten Bande des Wörterbuchs (unter dem Titel »Nutritions-Erſcheinungen«) oder am Schluſſe des ganzen Werks geliefert werden.

Anmerkung der Redaction.

Fieber.

Auf Krankheit eines Organismus schließen wir, wenn Lebensäußerungen desselben wahrgenommen werden, welche von den ihm habituellen und durch sein Entwicklungsstadium bedingten abweichen. Indem veränderte Erscheinungsweisen lebender Organismen auf veränderte Art ihres Seins schließen lassen, betrachten wir die bei einem Individuum wahrnehmbaren Krankheitssymptome als Aeußerungen einer veränderten Lebensstimmung desselben: seines Krankseins. Gewahren wir die nämlichen abweichenden Lebensäußerungen bei mehren Individuen und bieten jene auch in Betreff ihrer zeitlichen und räumlichen Aufeinanderfolge Uebereinstimmung dar: so nehmen wir Gleichheit der Krankheitsform bei ihnen an. Wir schließen ferner aus dem Uebereinstimmenden, das ihre Lebensäußerungen während eines gewissen Zeitraums darbieten, daß sie während des letztern auch in gleicher Lebensstimmung sich befinden.

Der wissenschaftlichen Pathologie liegt es nun ob, die einzelnen krankhaften Erscheinungen abzuleiten von veränderter Lebensstimmung der einzelnen organischen Theile, jene also auf diese zurückzuführen. Ihre Aufgabe wird es aber ferner, den innern Zusammenhang zwischen den einzelnen häufig oder gewöhnlich, bald coexistirenden, bald auf einander folgenden Symptomen begreiflich zu machen, durch den Nachweis, warum eine gefundene abweichende Lebensstimmung eines Theils a. die habituelle Stimmung von Theilen b. c. d. nicht nur vorzugsweise, sondern auch nach bestimmten Richtungen hin modificirt. Indem sie so verfährt, gelingt es ihr meistens zu beweisen, daß eine Menge der verschiedensten Symptome, welche eine Krankheitsform charakterisiren, ihren gemeinsamen Ausgangspunkt haben in der veränderten Lebensstimmung eines einzigen Gebilds oder Theils. Man könnte sagen: sie reducire auf diese Weise die allgemeinen Krankheiten auf örtliche, wenn nicht dieser letztere Ausdruck völlig unlogisch wäre, indem er eines der wesentlichsten Attribute des Organismus: seine Einheit, mittelst der Wechselwirkung aller seiner Theile, aufhebt. Allerdings aber reducirt sie die Einwirkung der die Krankheit hervorrufenden Schädlichkeiten auf einzelne Theile und vergrößert die Zahl der consensuellen auf Kosten der primären.

Versuche, die »das Fieber« charakterisirenden krankhaften Erscheinungen von der alterirten Lebensstimmung einzelner Theile abzuleiten und in ihrem physiologischen Zusammenhange zu begreifen, sind in neuerer Zeit mehrfach gemacht worden, namentlich von Kremers [1]), Henle [2]), Stilling [3]). Die rücksicht-

[1]) Carl Kremers Beobachtungen und Untersuchungen über das Wechselfieber. Aachen 1837. 8.
[2]) Henle pathol. Untersuchungen. Berlin 1840. 8.
[3]) Stilling physiol., pathol. u. medicinisch-praktische Untersuchungen über die Spinal-Irritation. Leipzig 1840. 8.

lich mehrer wesentlichen Punkte herrschende Uebereinstimmung in den Ansichten dieser verschiedenen Forscher verbürgt die Richtigkeit mancher ihrer Argumentationen; die Abweichungen in denselben, die Zweifel, welche sie vorbringen, und die Hypothesen, zu denen sie ihre Zuflucht nehmen, zeigen dagegen, welche Lücke die Nervenphysiologie noch auszufüllen hat, um die Probleme der Pathologie befriedigend zu lösen.

Die das Fieber charakterisirende Syndrome symptomatum ist folgende:

Es stellt ein Kältegefühl sich ein, das vom leisesten partiellen Schauder bis zum heftigsten, allgemein scheinenden Schüttelfroste sich steigern kann; dabei ist der Puls klein, hart, beschleunigt; die Respiration frequent und mehr oder minder beengt; ein Gefühl allgemeiner Abspannung und Ermattung vorhanden; die Haut wird allmälich blaß und contrahirt sich; die Hautausdünstung wird nach und nach unterdrückt; der Urin, welcher etwa gelassen wird, ist blaß, wässerig. Nach längerer oder kürzerer Zeit tritt, in der Regel unter Verminderung der Abgeschlagenheit, an die Stelle des Kältegefühls ein anfangs momentanes und partielles, später allgemeiner werdendes und anhaltendes Gefühl gesteigerter Wärme, das bis zur brennendsten Hitze zunehmen kann. Dabei entwickelt sich der Puls, wird größer, freier und weicher, bleibt indeß beschleunigt; die Respiration wird freier, bleibt aber ebenfalls beschleunigt; die Haut turgescirt, die Hautausdünstung kehrt wieder und häufig stellt Schweißabsonderung sich ein. Der Urin wird saturirt und seine eigenthümlichen excrementitiellen Bestandtheile sind im Verhältnisse zu seinem Wassergehalte reichlich vorhanden. — So lange diese Symptome anhalten, sistirt das Verlangen nach Speisen, während dagegen der Durst groß zu sein pflegt. Was die Zeitdauer anbetrifft, in welcher diese Syndrome symptomatum abgeschlossen wird, so ist dieselbe sehr verschieden. In der Regel ist das Stadium des Frostes kürzer als das der Hitze. Sehr selten endet das Fieber — ohne durch pausenweises Nachlassen oder Schwinden der Symptome unterbrochen zu werden — in Einem Anfalle. Viel häufiger dauern einzelne Symptome längere Zeit anhaltend fort, während sie jedoch in regelmäßig wiederkehrenden Zeitabschnitten — oft unter Hinzutritt neuer Symptome — sich steigern (febris remittens). In vielen Fällen endlich schwinden die charakteristischen Symptome zeitweise gänzlich, um nach Verlauf von festen Pausen in bestimmter Folge wiederzukehren (febris intermittens).

Wir nehmen also zwei Eigenthümlichkeiten in der charakteristischen Syndrome symptomatum wahr: 1) in jedem Stadium der Krankheit ändern die Symptome ihren Charakter, und 2) ihre Intensität steigt und fällt rhythmisch.

Alle einzelnen dem Fieber pathognomonischen Symptome müssen von veränderter Stimmung des Nervensystems abgeleitet werden. Jedes einzelne derselben kann durch künstliche Einwirkung auf gewisse Nerven hervorgerufen werden.

Was zuerst die Gefühle des Frostes und der Hitze anbetrifft, so sind sie Weisen, in welchen verschiedene Lebensstimmungen unserer centripetalen Hautnerven vom Bewußtsein percipirt werden. Die centripetalen Hautnerven leiten eben so wenig atmosphärische Temperatur zum Sensorium als der Sehnerv atmosphärisches Licht. Da Veränderungen ihrer Lebensstimmung, welche nicht durch die atmosphärische Temperatnr, sondern durch andere Einflüsse, z. B. durch Gemüthsaffect hervorgebracht sind, ebenfalls in der Qualität von Frost und Hitze vom Sensorium empfangen werden, so müssen wir es als eine Energie vieler centripetaler Hautnerven anerkennen, daß sie ihre veränderten Lebensstimmungen in dieser Weise dem Bewußtsein überliefern.

Die Gefühle der Mattigkeit, Abspannung und Entkräftung, welche auch nach starken willkürlichen Muskelanstrengungen und bei jeder allgemeinen körperlichen Erschöpfung wahrgenommen werden, deuten jedenfalls auf Modificationen in der habituellen Stimmung gewisser Provinzen des Nervensystems; mit hoher Wahrscheinlichkeit dürfen wir annehmen, daß sie eine Form des Bewußtwerdens von Stimmungen centripetaler, in den Muskeln endender Nerven sind.

Das Gefühl der Beengung und Oppression beim Athmen ist ohne Zweifel Ausdruck einer Lebensstimmung anderer Nerven und zwar wahrscheinlich solcher, welche in der Bahn des Vagus in die Centralorgane sich begeben. Bisweilen hören wir bei reinen Pneumonieen, welche ohne gleichzeitige Affection der Pleura verlaufen, die Kranken nicht über Schmerz, sondern nur über Beengung, Angst und Oppression klagen. Dasselbe habe ich bei anderen, rein auf die Lungensubstanz beschränkten Affectionen, z. B. einmal bei ganz umschriebener Gangrän und einmal bei circumscriptem Markschwamm der Lunge zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Das Gefühl des Durstes läßt sich ebenfalls mit Wahrscheinlichkeit von einer Lebensstimmung centripetaler Nervenfasern, welche in der Bahn des Vagus verlaufen, ableiten. Aus derselben Quelle entspringt wahrscheinlich der Mangel an Appetit.

Die beschleunigte Herzbewegung und die ihr entsprechende Frequenz der Athembewegungen sind Folgen größerer Erregung centrifugaler Nerven. Die Frequenz des Pulses ist der Maßstab der Frequenz der Herzbewegungen; seine Härte und Weiche scheinen verschiedene Grade der Verkürzung der Arterienfasern und dadurch gegebene größere oder geringere Nachgiebigkeit gegen das eindringende arterielle Blut anzuzeigen.

Die Veränderungen der Haut, ihre anfangs vorhandene Contraction und ihre später eintretende Weiche und Turgescenz lassen sich mit Wahrscheinlichkeit von Modificationen centrifugaler, das Zellgewebe beherrschender Nerven ableiten.

Dasselbe gilt von den verschiedenen Zuständen der Hautgefäße, durch welche zuerst Bläße der Haut und Ausbleiben ihrer Ausdünstung, später Röthung und starke Hautausdünstung bewirkt wird. Daß ihre Erweiterung und Verengerung unter dem Einflusse des Nervensystems stehen, lehrt der Einfluß der Gemüthsaffecte sicherer als jedes künstliche physiologische Experiment. Contractur derselben läßt auf Erregung, Expansion derselben auf Nachlaß der Erregung der sie beherrschenden Nerven schließen. Der Einfluß, welchen der Grad der Expansion der Gefäße auf die Stärke der aus ihnen erfolgenden Exsudation haben muß, ist eben so klar; will man sich mit der täglichen Erfahrung, daß die Haut bei vermehrter Secretion des Schweißes geröthet ist, und dem Schlusse, daß ihre Gefäße dabei erweitert sein müssen, nicht begnügen, so findet man bei Beobachtung der mikroskopisch wahrnehmbaren Entzündungsphänomene hinreichende Beweise hierfür. Das Ausbleiben des Schweißes im Fieber ist also, gleich der Bläße, eine Folge der Contraction der Hautgefäße, deren Expansion im Hitzestadium dagegen sowohl die Röthung der Haut als die verstärkte Secretion bedingt.

Der bekannte Antagonismus zwischen Haut und Nieren läßt im Froststadium den Harn reich, im Hitzestadium arm an Wasser erscheinen.

Während des Fiebers ist also die habituelle Lebensbestimmung vieler functionell sehr verschiedener Nerven verändert. Nun äußern aber ferner dieselben Nerven ihre Thätigkeit in den verschiedenen Stadien der Krankheit auf

verschiedene Weise. Es läßt uns dies auf einen während der Krankheitsdauer eintretenden Wechsel in der Lebensstimmung der afficirten Nerven schließen, und es drängt sich daher die Frage auf, in welchem Zustande die Nerven während der einzelnen Stadien des Fiebers sich befinden?

Wir unterscheiden besondere Arten unserer Nerven, je nach den besonderen Weisen, durch welche ihre Lebensstimmungen sich zu erkennen geben. Jeder Inbegriff von zu einer Art gehörenden Nerven antwortet auf an ihn gestellte Fragen in eigenthümlicher Sprache, welche nie mit einer andern vertauscht wird. Eine jede dieser Sprachen hat aber verschiedene Laute; bald vernehmen wir diesen, bald jenen. Jeder dieser Laute entspricht — so müssen wir annehmen — einer eigenthümlichen Lebensstimmung des Nerven, von welchem er ausgeht. Statt des Ausdrucks Lebensstimmung bedienen wir uns häufiger der Bezeichnung »Erregung«, indem wir die eigenthümlichen Kräfte des lebendigen Nerven nicht qualitativ alterirt, sondern nur erregt oder deprimirt, uns denken können. Wir erblicken daher in den einzelnen Lauten der eigenthümlichen Sprache eines Nerven nur Ausdrücke der einzelnen Grade seiner Erregung. So fragen wir denn auch bei der Analyse der einzelnen Symptome des Fiebers, welche derselben einen gesteigerten, welche einen verringerten Erregungszustand gewisser Nerven ausdrücken?

Das Gefühl der Kälte und des Frostes betrachten wir als eine Form des Bewußtwerdens gesunkener Thätigkeit unserer Tastnerven. Dazu nöthigt uns einmal die Berücksichtigung der Bedingungen, unter welchen Frostgefühl am häufigsten sich einstellt; es entsteht nach Entziehung des die Tastnerven ansprechenden Einflusses äußerer Wärme, nach Verminderung der Blutmenge des Körpers — also nach Entziehung ihres nothwendigsten innern Lebensreizes —, nach deprimirenden Gemüthsaffecten, bei großer Ermüdung, nach Erschöpfung der Kräfte. Ferner geht Frostgefühl bisweilen der momentanen oder anhaltenden Lähmung der Tastnerven voran, z. B. beim Druck auf Nervenstämme. Und endlich ist das peripherische Tastgefühl oder, richtiger ausgedrückt, die Fähigkeit, verschiedene mit den peripherischen Ausbreitungen der Tastnerven in Berührung gebrachte Gegenstände zu unterscheiden, während des von ihnen ausgehenden Kältegefühls geringer als sonst. — Das Gefühl gesteigerter Wärme pflegen wir dagegen als den Ausdruck gesteigerter Erregung unserer Tastnerven anzusehen.

Das Gefühl der Abspannung und Ermattung deutet auf eine gesteigerte Erregung der (freilich noch hypothetischen) centripetalen Muskelnerven; das der Oppression, der Angst, des Durstes bezeichnet den gleichen Erregungszustand anderer centripetaler Nerven; das Gesunkensein des Appetits eine Depression centripetaler Fasern. Die Contraction der Cutis und Hautgefäße deutet auf gesteigerte, ihre Expansion auf verringerte Erregung der Gefäßnerven; die beschleunigte Herzbewegung auf gesteigerte Erregung der Herznerven.

Im ersten Stadium des Fiebers treffen wir also — die Prämissen als richtig vorausgesetzt — neben einander: gesunkene Erregung centripetaler Hautnerven, gesteigerte Erregung centripetaler Muskelnerven, häufig gesteigerte Erregung centrifugaler Muskelnerven (Gähnen, Zittern, Schüttelfrost, Zähneklappern), gesteigerte Erregung centrifugaler für das Hautzellgewebe und die Hautgefäße bestimmter Nerven, gesunkene Erregung centrifugaler für die Gefäße der Nieren bestimmter Nerven. Im zweiten Stadium ist dagegen die Erregung der centripetalen Hautnerven gesteigert, die der centrifugalen für das Hautzellgewebe und die Hautgefäße bestimmten Nerven gesunken, die der Nierengefäßnerven gesteigert. Während beider Stadien des Fiebers ist die Erre-

gung gewiſſer Faſern des Vagus geſunken, anderer ſeiner Faſern geſteigert (Durſt); die der centrifugalen Herznerven geſteigert.

Ehe wir über den innern Zuſammenhang dieſer Zuſtände auch nur eine Vermuthung ausſprechen, haben wir die Frage zu beantworten, ob dieſe von den habituellen abweichenden Nervenactionen die veränderte Lebensſtimmung vieler peripheriſcher Nervenausbreitungen oder vieler im Centrum des Nervenſyſtems befindlichen Fortſetzungen ihrer Faſern anzeigen? Rückſichtlich der Modificationen in dem Erregungszuſtande der betheiligten centrifugalen Nerven wird dies letztere wahrſcheinlich, da wir wiſſen, daß die gleichzeitigen Modificationen des Erregungszuſtands vieler motoriſchen Nerven faſt immer von den Centralorganen des Nervenſyſtems ausgehen, oder durch ſie vermittelt werden. Rückſichtlich der centripetalen Nerven iſt das Gleiche möglich, indem bekannt iſt, daß die während ihres Verlaufs im Centrum ſtatthabende Excitation einer Summe von centripetalen Primitivfaſern vom Senſorium ſo empfunden wird, als wären die peripheriſchen Ausbreitungen derſelben Faſern excitirt.

Daß die im Fieber veränderten Empfindungen, wenigſtens theilweiſe, rein excentriſche Erſcheinungen ſind, dafür ſprechen überwiegende Gründe. Zuerſt der von Henle mit Recht hervorgehobene Umſtand, daß eine ſo große Zahl mit verſchiedenen Energieen begabter centripetaler Nerven gleichzeitig afficirt erſcheinen. Je größer in Krankheitsfällen die Zahl gleichzeitig afficirter Nerven iſt, um ſo eher ſind wir berechtigt, den Ort ihrer gemeinſchaftlichen Affection in einem ihrer Sammelpunkte zu ſuchen: alſo in den Centralorganen des Nervenſyſtems. Es gehen 2) in der Regel dem Auftreten des das Fieber charakteriſirenden Symptomencomplexus unbeſtimmtere krankhafte Erſcheinungen voraus, z. B. Gefühle von Unbehaglichkeit, Unluſt, Mattigkeit, Schwäche, veränderter oder wechſelnder Gemüthſtimmung, Schmerzhaftigkeit einzelner Theile, Veränderungen im Appetit. Geſetzt dieſe Empfindungen bekundeten nicht ſchon eine Affection der Centralorgane des Nervenſyſtems, ſondern ſeien nur der Ausdruck veränderter Erregung peripheriſcher Nervenausbreitungen: ſo müſſen ſie doch nothwendigerweiſe die Stimmung der Centralorgane des Nervenſyſtems ſchon verändert haben, bevor die pathognomoniſchen Symptome des Fiebers auftreten. Es iſt 3) eine vermehrte Reizempfindlichkeit der ſenſiblen Rückenmarkspartien bei Fieberkranken häufig direct nachweisbar. Kremers hat — nach dem Vorgange von Hinterberger, Enz, den Gebrüdern Griſſin — gezeigt, daß bei Wechſelfieberkranken ſowohl während des Stadium der Vorboten als auch während des Paroxysmus und der Zeit der Intermiſſion Druck auf den erſten oder die erſten Rückenwirbel und oft auch auf die unterſten Halswirbel eigenthümliche Schmerzen erzeugt. Stilling, welcher dieſe Wahrnehmung beſtätigt, hat nachgewieſen, daß bei der von jenen Aerzten gewählten Unterſuchungsmethode kein Druck auf das Rückenmark ſelbſt ausgeübt wird, ſondern daß der Druck nur die hinteren Hautäſte der Spinalnerven trifft, welche durch ihn ſtärker erregt werden. Das Phänomen iſt alſo dies: Bei Wechſelfieberkranken ſchmerzen die peripheriſchen Ausbreitungen der hinteren Hautäſte der Spinalnerven unter gewöhnlichen Umſtänden nicht; gelinder Reizung derſelben, welche ſie ſonſt wenig afficirt, folgen aber verhältnißmäßig heftige ſchmerzhafte Empfindungen, welche bald nur von den gereizten peripheriſchen Punkten, bald auch von vielen anderen nicht direct gereizten Punkten der Hautoberfläche auszugehen ſcheinen. Der letzte Umſtand iſt beſonders beweiſend für ſtattfindende geſteigerte Reizempfänglichkeit der in einer gewiſſen Partie des Rückenmarks befindlichen und hier juxtaponirten centripetalen Nervenfaſern, da wir wiſſen, daß die Mittheilung eines gegebenen Lebenszuſtandes einer Nerven-

faser A. auf Fasern B. C. D. nicht in der Peripherie, sondern nur in den Centralorganen erfolgen kann und auch hier nur unter gewissen Umständen — namentlich bei gesteigerter Reizbarkeit der Centralorgane — zu erfolgen pflegt. — Zu bemerken ist übrigens noch, daß jene excentrischen Erscheinungen nicht bloß bei Wechselfieberkranken, sondern auch bei anderen Fieberkranken in der Regel beobachtet werden, wie ich aus eigener Beobachtung bestätigen kann. — Zu diesen Gründen gesellt sich 4) noch der, daß das Frostgefühl der Fieberkranken wenigstens anfangs durchaus nicht zu beseitigen ist durch Einwirkung atmosphärischer Wärme auf die peripherischen Hautnerven. Hätte es in einer gesunkenen Erregung dieser selbst und nicht ihrer centralen Fortsetzungen seinen Grund, so würde es doch wahrscheinlich unter Einfluß desjenigen Agens weichen, das ihre gesunkene Thätigkeit sonst am ersten zu heben pflegt. — Hiermit ist denn bewiesen, daß das Frostgefühl mindestens anfangs eine rein excentrische Erscheinung ist. — Wenn später die Hautgefäße sich zusammengezogen haben und somit die Wechselwirkung der peripherischen Tastnerven mit dem Blute gehindert ist, können natürlicherweise auch diese letzteren selbst afficirt werden.

Es wirft sich zunächst die Frage auf, welcher Theil der Centralorgane des Nervensystems im Fieber wesentlich afficirt ist, das Rückenmark oder das Gehirn? Da weder die Sinnesfunctionen noch die psychischen Thätigkeiten während des Fiebers wesentlich und nothwendig verändert sind: so ergiebt sich, daß in der Regel nicht alle Provinzen des Gehirns, sondern nur diejenigen, welche als Fortsetzungen des Rückenmarks angesehen werden müssen, afficirt sein können. Bei der weiten Ausbreitung der fieberhaften Erscheinungen, namentlich über alle Theile des Rumpfes, läßt sich ferner mit einiger Sicherheit annehmen, daß das Rückenmark selbst entweder in weiter Ausdehnung oder an einer solchen Stelle verändert sein muß, an welcher die meisten Nervenfasern des Rumpfes zusammenkommen. Daß aber auch die übrigen Partieen des Gehirns — bald primär, bald sympathisch — mit ergriffen werden können, ergiebt sich aus dem nicht seltenen Vorkommen solcher Symptome, welche von den Aerzten vorzugsweise als nervöse bezeichnet werden. Dahin gehören z. B. die subjectiven Sinneserscheinungen, die Delirien, die Betäubung, der Stupor u. s. w.

Wenn wir nun an die Erörterung der Frage gehen, in welchem Zusammenhange die einzelnen Symptome des Fiebers stehen, so muß uns zunächst der Umstand auffallen, daß die Symptome während der zwei unterschiedenen Stadien der Krankheit ihrem Charakter nach verschieden sind, und daß in jedem der beiden Stadien anscheinend entgegengesetzte Erregungszustände centripetaler und centrifugaler Nerven neben einander existiren, wie früher schon gezeigt ward. Hier liegt einmal die Möglichkeit einer gleichzeitigen, durch Eine gemeinsame Schädlichkeit bedingten, obwohl verschiedenartigen Affection zweier im Centralnervensysteme befindlichen Collectionen functional verschiedener Nerven vor. Näher liegt es jedoch, die Modificationen der Erregung gewisser Fasern als sympathisch oder antagonistisch entstanden sich zu denken. Namentlich muß man geneigt werden, die Veränderungen in der Thätigkeit der centrifugalen Nerven von einer vorausgegangenen Affection der Empfindung vermittelnden Nerven abzuleiten.

Gleich dem Fieberfroste, ist auch das unter anderen Umständen auftretende Kältegefühl häufig verbunden mit einer auf Contraction ihrer Gefäße deutenden Blässe der Haut, z. B. wenn der Körper längere Zeit einer niedern Temperatur ausgesetzt ist, oder wenn er nach Aufenthalt in einer erhöheten Temperatur plötzlich die Einwirkung einer niedern Temperatur erfährt, ferner bei de-

primirenden Affecten: Furcht, Schreck, nach angestrengter geistiger Thätigkeit, nach langem Wachen, bei großer Ermüdung. Anderseits sehen wir gesteigertes Wärmegefühl und dessen höhern Grad: Schmerz eben so häufig mit vermehrter Röthe und Gefäßanfüllung derjenigen Hauttheile, von welchen jenes ausgeht oder auszugehen scheint, sich verbinden. So im Fieber, nach Einwirkung äußerer Wärme, bei Neuralgieen, bei Entzündungen, bei Schamröthe u. s. w.

Unmöglich kann diese Verbindung des Frostgefühls mit Contraction der Hautgefäße, des Wärme- und Schmerzgefühls mit ihrer Expansion eine bloß zufällige sein. Entweder bewirken Depression oder Excitation centripetaler Nerven, deren Ausdruck einerseits Frost und anderseits Wärme und Schmerz sind, durch Einwirkung auf die Gefäßnerven den veränderten Tonus der Gefäße, oder jene veränderten Stimmungen der sensitiven Nerven sind eine Folge des veränderten Zustands der Hautgefäße. Henle ist geneigt ein antagonistisches Verhältniß zwischen centripetalen Nerven und denjenigen, welche die Gefäße beherrschen, anzunehmen. Er hält zugleich die Erregung oder Depression der centripetalen Nerven für primär und die Erschlaffung oder Contraction der Gefäßnerven für secundär und antagonistisch, giebt indessen zu, daß dieselbe Reihe von Erscheinungen folgen müsse, wenn primär die Gefäße sich erweitern oder contrahiren, indem dadurch die Wechselwirkung der centripetalen Nerven mit dem Blute gefördert oder gehindert wird. Sicher kann der letztere Fall eintreten. Wenn z. B. unmittelbar nach der Unterbindung des Arterienstamms eines Glieds die Blutzufuhr zu demselben verringert ist, tritt, offenbar in Folge dieses letztern Umstands, ein Gefühl von Schauder oder Frost in jenem Theile ein, der dagegen dem Gefühle gesteigerter Wärme (unter Zunahme der meßbaren Wärme) Platz macht, sobald der Collateralkreislauf sich herzustellen beginnt. Bei weitem häufiger scheint dagegen der Erregungszustand der centripetalen Hautnerven denjenigen der centrifugalen Hautgefäßnerven antagonistisch zu modificiren. Henle hat zahlreiche hierfür sprechende Beispiele und Beweise zusammengestellt [1]). In der That beginnt auch im Fieber die Empfindung des Frostes früher als die Bläße der Haut und die vermehrte Contraction des Hautzellgewebes sich einzustellen; während die Haut noch ihren habituellen Turgor bewahrt, entstehen die Frostschauer anscheinend von der Wirbelsäule aus, bald auf diese, bald auf jene Extremität sich erstreckend. Ebenso folgt im

---

[1]) Henle path. Untersuch. S. 145 ff. Ich theile folgende mich selbst betreffende Thatsache zur Bestätigung des hier Gesagten mit: Seit meinem fünften Lebensjahre, wo ich den Typhus überstanden, pflegt sich an meiner rechten Backe (aber nur hier), sobald ich esse, eine mehr oder minder starke Röthung und Schweißabsonderung einzustellen. Die Haut der rechten Backe zeigt gewöhnlich keine Veränderung; nur stehen die Barthaare hier dichter und sind dicker als an der linken Seite. Unter dem rechten Ohre, hinter dem aufsteigenden Aste des Unterkiefers, findet sich eine starke Narbe — Folge einer während des Typhus geöffneten Geschwulst der Parotis. Mein körperliches Befinden und meine Gemüthsstimmung sind auf die Stärke der Röthung und Schweißabsonderung von großem Einflusse; sobald ich mich körperlich unwohl oder angegriffen oder reizbar fühle, treten jene Erscheinungen nicht bloß stärker, sondern auch schon beim Rauchen und beim Trinken ein; dann gelingt es mir auch durch gelindes Reiben der Innenfläche meiner rechten Backe oder durch Berührung derselben mit einer Feder jene Röthung und Schweißabsonderung hervorzurufen. Immer treten diese letzteren Erscheinungen etwas später ein als die peripherische Reizung, halten aber auch bedeutend länger an als diese. Hier darf also wohl mit Sicherheit die Depression der Thätigkeit der Gefäßnerven von vorausgegangener Excitation centripetaler Nerven abgeleitet werden. Ich kenne einen andern Fall, der einen Mann betrifft, bei welchem, sobald er ißt, Schweißabsonderung auf dem Nasenrücken und an der Oberfläche beider Backen sich einstellt.

zweiten Stadium, wie wir dies besonders deutlich an den sogenannten intermittirenden Neuralgieen beobachten können, dem Wärme- und Schmerzgefühl die verstärkte Anfüllung der Hautgefäße und deren gesteigerte Secretion. Dabei bleibt es aber immer möglich, daß der secundäre Congestivzustand die primäre Erregung der centripetalen Nerven noch steigert. Ich litt im vorigen Sommer an einer intermittirenden Neuralgie des ersten Astes des Trigeminus. Zuerst stellte ein unbedeutender Schmerz in der Stirngegend sich ein, ohne mit irgend einer äußern Veränderung verknüpft zu sein; allmälich röthete sich bei etwas zunehmender Schmerzhaftigkeit die Bindehaut des rechten Auges und die Haut der Stirn; bald trat Lichtscheu ein, das Auge thränte stark, aus dem rechten Nasenloche floß reichlich aus (das linke Auge und die linke Nasenhälfte fingen nun auch an stärker abzusondern); gleichzeitig mit einer jetzt eintretenden, mit starker Röthung verbundenen und sehr entstellenden Anschwellung der Umgebungen des rechten Auges steigerte sich der Schmerz auf das wüthendste. Etwas länger als der Schmerz hielt eine unbedeutende Röthung der entsprechenden Stellen an, die aber ebenfalls bald verschwand. Chinin hob die Affection rasch. —

Wenn es uns nun auch wahrscheinlich wird, daß die durch Frost- und Hitzegefühl sich verrathenden Erregungszustände centripetaler Nerven die centrifugalen Hautnerven und Hautgefäßnerven antagonistisch erregen [1]) und erschlaffen, und wir so einen physiologischen Zusammenhang zwischen mehren einzelnen sich entsprechenden Fiebersymptomen ahnen können: so bleiben wir doch hinsichtlich der Verknüpfung anderer Symptome völlig im Dunkeln. In welchem Verhältnisse stehen z. B. die von Erregung centripetaler Muskelnerven abgeleiteten Gefühle der Abspannung und Ermattung zu den übrigen? Hängen sie von veränderter Anziehung des Bluts durch die Nerven ab? Sind die veränderten Actionen willkürlicher Muskeln: Zittern, Schütteln, Bewegungen der Kiefer von der Depression der centripetalen Hautnerven abhängig? Es wird dies wahrscheinlich, da sie öfter neben einander existiren, z. B. nach Affecten, bei dem durch atmosphärische Kälte bedingten Frostgefühle. Ein antagonistisches Verhältniß zwischen centripetalen Hautnerven und centrifugalen Muskelnerven kann jedoch nicht als Regel gelten, da häufiger ein consensuelles wahrgenommen wird. —

Vorläufig bleibt uns also der physiologische Zusammenhang zwischen den verschiedenen während des Fiebers neben einander vorkommenden Erregungszuständen der einzelnen Nervenprovinzen großentheils dunkel, gleich wie wir auch über die Veränderungen, welche im Rückenmarke selbst vor sich gehen, nur in Hypothesen uns verlieren könnten. Für jetzt muß demnach der allgemeine Nachweis genügen, daß die Symptome des Fiebers von veränderter Stimmung gewisser Partien des Rückenmarks abgeleitet werden müssen. Damit ist jedoch keineswegs behauptet, daß das Rückenmark wirklich der primär veränderte oder afficirte Bestandtheil unseres Körpers ist. Vielmehr kann seine abweichende Lebensstimmung durch sehr verschiedene Veranlassungen bewirkt und auf sehr verschiedenen inneren Wegen herbeigeführt sein: namentlich durch Nerven oder durch das Blut. Dem sorgfältigern Studium der pathologischen Anatomie verdanken wir eine genaue Kenntniß der mehr oder minder zahlreichen und weit

---

[1]) Immer scheint dies Verhältniß nicht Statt zu haben. Im ersten Stadium der Entzündung, wo doch Schmerz als vorhanden supponirt werden darf, findet Contraction der Capillargefäße Statt, die Emmert, wie ich finde, mit Unrecht in Abrede stellt.

verbreiteten Texturveränderungen verſchiedener Gebilde unſeres Körpers, welche als Begleiter des Fiebers vorkommen können und vorzukommen pflegen. Natürlich mußte mit ihrem Auffinden die Frage ſich aufdrängen, ob der Erregungszuſtand der Centralorgane des Nervenſyſtems, als deren Ausdruck der Symptomencomplex des Fiebers erſcheint, Folge oder Urſache jener localen krankhaften Veränderungen iſt. Wenn das Fieber unabhängig von vorausgegangener Affection irgend eines einzelnen mit peripheriſchen Nervenausbreitungen verſehenen Organs ſich einſtellt, heißt es eſſentiell; geſellt es ſich dagegen ſecundär zu Texturveränderungen ſolcher Organe, welche peripheriſche Nervenausbreitungen enthalten, ſo wird es ſymptomatiſch genannt. Die pathologiſche Anatomie hat zahlreiche früher für eſſentiell gehaltene Fieberformen als ſymptomatiſche erkennen laſſen; dahin gehört z. B. das ſogenannte Puerperalfieber, das zu Entzündungen bald der Venen, bald des Bauchfells ſich hinzugeſellt; dahin gehören die verſchiedenen Fieberformen, welche von Venenentzündung abgeleitet werden müſſen. Sind wir aber berechtigt, mit Broussais alle Fieberformen als ſymptomatiſch anzuſehen? Oder können vielmehr in Folge derſelben Affection des Rückenmarks, welche die als Fieber bezeichnete Syndrome symptomatum bedingt, auch mannigfache locale Texturveränderungen erſcheinen? Die Möglichkeit dieſes letztern Falls iſt nach zahlreich vorliegenden phyſiologiſchen Thatſachen nicht in Abrede zu ſtellen. Denn 1) wiſſen wir, daß die Veränderungen in der Lebensſtimmung centripetaler Nerven Veränderungen in der Thätigkeit der Gefäßnerven hervorzurufen pflegen. Wir ſehen 2) namentlich, daß nach Erregung centripetaler Nerven Gefäßanfüllung, Röthe, vermehrte Secretion und oft ſelbſt inflammatoriſche Exſudation in den ihnen entſprechenden Theilen nicht ſelten folgen. Wir würden uns 3) auf die Beobachtungen berufen können, daß nach der Durchſchneidung centripetaler Nerven, z. B. des Trigeminus, des Vagus, Röthung und Exſudation am Auge, an den Lungen entſtehen, wenn dieſe Erſcheinungen nicht auch dadurch ſich erklären ließen, daß hier in der Bahn dieſer Nerven verlaufende Gefäßnervenfaſern mit durchſchnitten wären.

Hierzu kommen noch directe Beobachtungen Beaumont's, welcher bekanntlich Gelegenheit hatte, die Beſchaffenheit der Schleimhaut des Magens bei einem mit einer penetrirenden Bauchwunde behafteten Individuum zu ſtudiren. Beaumont bemerkt nun: »daß in fieberiſcher Diatheſis oder Prädispoſition, was auch deren Urſache ſei, zurückgetretene Schweiße, ungewöhnliche Erregung durch erhitzende Getränke, Ueberladung des Magens, Furcht, Zorn, oder was immer das Nervenſyſtem herabſtimmt oder beunruhigt, die Zottenhaut des Magens manchmal roth und trocken, manchmal blaß und feucht wird, und ihr glänzendes, geſundes Anſehen verliert; die Abſonderungen werden geſtört, ſehr vermindert, oder gänzlich eingeſtellt«. Mitunter finden ſich dabei »unregelmäßig begrenzte rothe Flecke« oder »Eruptionen«, »eine Art dunkelrother Pocken« ein. »Leichte Fieberbewegungen, Furcht, oder eine plötzliche Aufregung der Leidenſchaften verurſachen Veränderungen in den Erſcheinungen des Magenſafts«. Allgemeine fieberhafte Reizung ſcheint ſeine Secretion gänzlich aufzuheben und »macht die Zottenhaut des Magens trocken, roth und reizbar«. Dieſe Beobachtungen Beaumont's werden uns deßhalb wichtig, weil ſie Veränderungen ſchildern, welche die Magenſchleimhaut bei fieberhafter Affection, welche durch die verſchiedenſten Einflüſſe erzeugt war, betrafen, und weil ſie zugleich den Einfluß anderer veränderter Stimmungen des Nervenſyſtems auf die Beſchaffenheit der Magenſchleimhaut nachweiſen.

Die Möglichkeit, daß viele die fieberhaften Erſcheinungen begleitende Congeſtivzuſtände, Entzündungen, Erweichungen einzelner Gebilde mit jenen aus

Einer gemeinsamen Quelle stammen, wird zur Wahrscheinlichkeit, wenn wir — wie z. B. im Typhus — bei einem nicht wesentlich modificirten Verlaufe des Fiebers eine große Unbeständigkeit in den örtlichen Erscheinungen wahrnehmen, sie bald fast gänzlich mangeln, bald sehr ausgebildet sehen, wenn wir ferner — sowohl im Typhus als bei exanthematischen Fiebern — die fieberhaften Symptome dem Eintritte aller wahrnehmbaren örtlichen Veränderungen vorausgehen sehen, und wenn wir endlich — ebenfalls im Typhus — bei der Unbeständigkeit der örtlichen Veränderungen das Blut wesentlich verändert finden. Aus allem Angeführten geht mindestens hervor, daß es höchst übereilt ist, das Fieber jedesmal und unter allen Umständen zum Schatten einer andern Affection zu stempeln.

Nichts hat die Aerzte aller Zeiten so sehr beschäftigt als das Theorem, welches das Fieber, das doch erfahrungsmäßig so ungemein häufig tödtlich abläuft, als eine heilsame Bestrebung des Organismus anerkennt. Man denkt sich hierbei als Krankheit ein im Organismus haftendes feindliches Agens, welches dieser zu verändern und zu eliminiren strebt; der Ausdruck dieses Bestrebens ist der Symptomencompler des Fiebers. Bei dieser Ansicht liegt es nahe, das Eintreten gewisser Ausscheidungen aus dem Körper, welche namentlich gegen das Ende des Fieberverlaufs und besonders häufig, obgleich keineswegs immer und ausschließlich, dann beobachtet werden, wenn dem Fieber Genesung folgt, nicht bloß als Zeichen der folgenden Genesung, sondern auch als unmittelbare Ursache derselben anzusehen. Nach einer gewissen Dauer des Fiebers pflegen nämlich oft Ausscheidungen verschiedener Art sich einzustellen; bald erfolgen die gewöhnlichen Secretionen des Schweißes, des Urins, des Darmschleims, der Galle, des Speichels reichlicher als bisher, und zeigen zum Theil Veränderungen in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten; bald kommen eigenthümliche pathologische Aussonderungen, wie die des Eiters, zu Stande; bald findet vermehrte Bildung und Abstoßung von Zellen der Epidermis und des Epitheliums Statt; bald endlich treten bloß Blutungen aus der Nase, aus der Innnenfläche der Darmschleimhaut, aus den weiblichen Genitalien ein. Diese Ausscheidungen sind nicht selten an bestimmte Zeitpunkte der Krankheitsdauer gebunden, können aber auch außer denselben vorkommen. Ist das Erscheinen solcher Ausleerungen, was gar häufig der Fall ist, mit Steigerung der Krankheitssymptome verknüpft, so heißen jene symptomatisch; erfolgt aber mit oder nach ihrem Eintreten Besserung oder Genesung, so heißen sie kritisch. Da dies letztere oft geschieht, so glaubte man sich zu dem Schlusse berechtigt: daß durch das Fieber das Zustandekommen solcher Ausleerungen vermittelt, möglich gemacht und bezweckt werde und daß diese letzteren eigentlich die Genesung durch Entfernung der in dem Körper haftenden Schädlichkeit bewirkten.

Es ist bekannt, daß die ganze Krisenlehre in den humoralpathologischen Lehren der alten griechischen Arzte wurzelt, daß sie durch Reil, Henke[1]) und Andere trefflich und ausführlich beleuchtet, geprüft und widerlegt ist, dessenungeachtet aber immer von neuem in modernem Gewande sich zahlreiche Anhänger verschafft hat. Die wesentlichsten Gründe, welche gegen die vorhin angeführte Bedeutung der Krisen sprechen, lassen sich kurz folgendermaßen zusammenfassen: 1) die Anwesenheit fremdartiger Stoffe im Körper, welche in der Blutmasse sich befinden, oder in dieselbe gelangen können, ist zur Entstehung

[1]) Adolph Henke Darstellung und Kritik der Lehre von den Krisen, nach den Ansichten der älteren und neueren Aerzte. Nürnberg 1806. 8. Eine treffliche Schrift!

des Fiebers nicht erforderlich, obgleich aufgenommene Gifte, Contagien, Miasmen, obgleich ferner zurückgehaltene excrementitielle Stoffe zu dem Auftreten von Fieber Veranlassung geben können. Auch zu den durch rein mechanische Veranlassungen bedingten Entzündungen gesellt sich Fieber. 2) Es ist nicht erwiesen, daß die Ausscheidungen, welche während des bei Anwesenheit fremder Stoffe entstehenden Fiebers zu Stande kommen, wirklich jene fremden Stoffe ausführen. 3) Es läßt sich eben so wenig nachweisen, daß die sogenannten kritischen Ausleerungen wirklich immer fremdartige oder schädliche Stoffe enthalten. Wie sollen z. B. Schädlichkeiten durch das oft spärlich entleerte Blut weggeschafft werden? Dagegen giebt es allerdings Fälle, in denen Secrete krankhaft angesammelte Stoffe enthalten, wie z. B. in den Schweißen Gichtischer harnsaure und phosphorsaure Salze oft in reichlicher Menge vorkommen. Eben so kann durch Erbrechen ein Uebermaß genossener Speisen, das vielleicht entfernte und mittelbare Ursache des Fiebers war, eliminirt werden. Auf dieselbe Weise können Durchfälle angehäufte Stoffe aus dem Darmkanal entfernen. 4) Die Ausscheidung fremdartiger Stoffe mittelst der Secrete erfolgt oft auch ohne Fieber. Nach dem Gebrauche von Schwefel wird, wie Wöhler gezeigt hat, Schwefelwasserstoff im Urine gefunden, Schwefelsäure nach dem Gebrauche von Schwefelleber. Gmelin hat, gegen Mitscherlich, nachgewiesen, daß der Speichel bei der Mercurialsalivation wirklich quecksilberhaltig ist. Diese Ausscheidungen kommen oft ohne Fieber zu Stande. Eben so die Entfernung von Speisen und wirklichen Schädlichkeiten mittelst des Erbrechens. 5) Der Eintritt von vermehrten Ausleerungen ist durchaus nicht erforderlich, damit das Fieber einen günstigen Ausgang nehme. Wie häufig werden z. B. gerade in den sogenannten typhösen Fiebern solche vermehrte Ausleerungen völlig vermißt! 6) Selbst die an bestimmte Stadien der Krankheit gebundenen Ausleerungen schaffen oft nicht die mindeste Erleichterung, sondern können sogar sehr nachtheilige Folgen haben. 7) Wir besitzen keineswegs sichere Unterscheidungszeichen zwischen kritischen und symptomatischen Ausleerungen. Nur der Erfolg entscheidet über ihre Bedeutung. 8) Der Eintritt sogenannter kritischer Ausscheidungen ist häufiger als Folge, wie als Ursache der Besserung des Kranken anzusehen. Sie erscheinen oft erst während der Reconvalescenz. 9) Das Fieber gesellt sich oft zu bestehenden Uebeln, welche gerade durch die reichlichen Ausscheidungen, die mit ihnen verbunden sind, vorzüglich gefahrdrohend werden. Als Beispiel mag das zu profusen Secretionen, zu Phthisen hinzutretende Fieber gelten, das ja nur den Untergang der Kranken beschleunigt, anstatt ihn aufzuhalten.

In manchen Fällen können jedoch, wie schon erwähnt ward, Ausleerungen wirklich einen günstigen Ausgang des Fiebers bewirken. So können durch Erbrechen und Durchfälle die Stoffe entfernt werden, deren Anhäufung die gastrischen Störungen und das symptomatische Fieber veranlaßten. Spontane Blutungen können, wenn sie nach Außen und in dem nöthigen Maße erfolgen, die Stelle der im Fieber oft heilsamen Blutentziehungen vertreten, indem sie Congestionen heben. Auf die nämliche Weise können starke Secretionen ableitend wohlthätig wirken. Mit den Secreten können endlich angehäufte schädliche Stoffe, z. B. harnsauere, phosphorsauere Salze entfernt werden. Bei fieberhaften Wasseransammlungen, z. B. nach Scharlach, wird durch copiöse Schweiße, oder reichliche Harnabsonderung das Blutserum vermindert und dadurch die Resorption des Exsudats befördert. Viel häufiger sind dagegen die sogenannten kritischen Ausleerungen nicht Mittel für die Genesung, sondern Zeichen der schon eingetretenen Besserung des Kranken; sie deuten auf die

Rückkehr normaler Thätigkeit bisher erschlafft oder träge gewesener Gebilde. Die zur Beförderung von Secretionen angewendeten Mittel wirken oft heilsam, nicht weil sie Ausleerungen schaffen, sondern weil sie unthätige Theile erregen und wieder zu Absonderungen befähigen.

Ist ferner das Fieber nicht als ein absichtlich zur Heilung des Körpers durch einen fabelhaften Agathodämon eingeleiteter Proceß zu betrachten, so darf doch auch nicht geläugnet werden, daß dasselbe unter Umständen heilsam und wohlthätig auf den Organismus einwirken kann. Das Fieber kann ein Mittel werden zur Verhütung und zur Heilung von Krankheit. »Febris medicatrix subinde est inveteratorum malorum, melancholiae, maniae, epilepsiae, arthritidis, paralyseos, reliquias autumnalium tollit, augmentum corporis facit et ad longaevitatem disponit,« sagt Stoll. Aehnlich drückt Reil sich aus: »Durch Fieber werden nicht selten Fehler einzelner Eingeweide, allerhand Nervenkrankheiten, Hypochondrie, Convulsionen, Lähmungen gehoben«.

Es muß auffallen, daß von beiden Aerzten nur chronische, habituelle Leiden aufgeführt werden, deren Beseitigung durch eintretendes Fieber bisweilen zu gelingen pflegt. Dergleichen Krankheitszustände zu heben, ist für den Arzt oft um so schwerer, als zu ihrer Beseitigung nicht eine temporäre Anwendung von Heilmitteln ausreicht, sondern durch anhaltende Einwirkung auf die Constitution eine völlige Umstimmung derselben erforderlich wird. Was in Fällen dieser Art dem Arzte oft unmöglich ist, das wird bald durch fortschreitende typische Entwicklung des Organismus, bald durch Fieber erreicht, wie die Erfahrung hinreichend lehrt.

Wie läßt eine solche umstimmende Einwirkung des Fiebers sich erklären? »Sicher nicht durch Ausleerungen fremder Stoffe aus dem Körper, sondern durch Einfluß des Fiebers auf die Modification der thierischen Kräfte,« ist Reil's Antwort auf diese Frage. Die erste dieser beiden Behauptungen dürfte wohl beschränkt werden müssen. Während des Fiebers liegt die Ernährung des Körpers nieder, obgleich Secretionen zum Theil reichlich und selbst excessiv zu Stande kommen: abgelagertes Fett wird aufgesogen, die Gebilde selbst, namentlich die Muskeln, verlieren an Masse und an Umfang. Es gehen bei der unterbrochenen Assimilation von Nahrungsmitteln und bei der sicher erfolgenden reichlichen Auffaugung von solchen Bestandtheilen, welche dem Körper schon einverleibt waren, ganz andere Stoffe in das Blut über als früher; es werden daher auch wohl zum Theil andere Stoffe zu den Secreten verwendet als bisher. Es läßt sich demnach wohl begreifen, daß auf leucophlegmatische, chlorotische, scrophulöse, arthritische Individuen, bei denen die Ernährung der Gebilde bisher krankhaft beschaffen war, das Fieber, indem während desselben die Mischungsverhältnisse der Gebilde und des Bluts wesentliche und durchgreifende Veränderungen erfahren, wohlthätig einwirken kann.

Aber auch schon vorhandene Ablagerungen und Neubildungen können unter denselben Umständen, gleich dem Fette und den Bestandtheilen der Gebilde resorbirt werden. Der Blutmasse wieder anheimgegeben, können die aufgelösten Bestandtheile arthritischer Depositionen, tuberkulöser Bildungen, die Ueberreste von inneren Blutungen entweder allmälich assimilirt oder mit Secreten ausgeschieden werden. Es ist bekannt, wie häufig gerade Lähmungen, Convulsionen, Epilepsie durch krankhafte Ausschwitzungen oder Neubildungen innerhalb der Centralorgane des Nervensystems bedingt werden. Die Entfernung der letzteren muß also auch das Aufhören der durch ihre Anwesenheit bisher unterhaltenen functionellen Störungen zur Folge haben.

Auch die während des Fiebers statthabende veränderte und sich stets ver-

ändernde Lebensstimmung der meisten Provinzen des Nervensystems kann möglicherweise auf die Beseitigung habitueller Leiden von Einfluß sein. Die Gefäßnerven einzelner Regionen werden bald excitirt, bald deprimirt. Zwischen den Gefäßnerven verschiedener Theile (Haut, Nieren) findet ein antagonistisches Verhältniß Statt, das während des Fiebers besonders rege erscheint. Da ist es denkbar, daß gewissermaßen durch Gewöhnung (sit venia verbo) an schleunigen Wechsel des Erregungszustands habituelle Schlaffheit und Unthätigkeit gehoben wird, so daß in Blutbahnen, welche früher verhältnißmäßig zu weit waren und zu viel Blut enthielten, später nach der Genesung vom Fieber der normale Durchmesser wiederkehrt und daß ihre Wände ihre normale Erregbarkeit wieder erhalten. Dasselbe läßt sich mit Recht rücksichtlich anderer Nerven vermuthen. Dadurch, daß sie stets in ganzen Zügen erregt werden, kann habituelle Unthätigkeit oder Reizbarkeit einzelner Glieder beseitigt werden. Denkbar ist es ferner, daß der Stoffwechsel zwischen den im Fieber lebhaft erregten Nerven und dem Blute selbst lebhafter ist als sonst, und daß auf diese Weise die materielle Composition der Nerven Veränderungen erfährt, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen ausgeblieben wären. — Endlich können wir uns auch vorstellen, wie während des Fiebers habituelle und krankhafte Sympathieen verschwinden. Im Allgemeinen ist es ein vorzugsweise geschwächter Theil (ein Locus minoris resistentiae), welcher leichter als jeder andere von den verschiedensten Punkten aus erregt oder in Sympathie gezogen wird. Das Fieber ist häufig mit örtlichen Affectionen einzelner Theile verbunden. Ist nicht der habituell reizbarere, sondern ein anderer Theil krankhaft afficirt gewesen, so kann dieser letztere, statt jenes ersten von nun an der Locus minoris resistentiae werden. Dieser Tausch ist ein günstiger, falls der zweite dem ersten an Dignität nachsteht.

Keinenfalls berechtigen aber Vorgänge dieser Art, das Fieber als ein Heilbestreben der Natur, als einen von einem Archaeus zu der Bewirkung von Heilung angezettelten Proceß anzusehen; es ist dies eben so irrig als der Schluß, die typischen Entwicklungen müssen die Beseitigung von Krankheiten bezwecken, weil sie dieselben bisweilen heben.

H. Stannius.

Flimmerbewegung.

Flimmerbewegung, Flimmern, Wimperbewegung (Motus vibratorius, mouvement vibratoire, ciliary motion) nennt man diejenige an thierischen Theilen wahrnehmbare Bewegungsart, welche durch die Agitation von Härchen oder Läppchen, die sich auf der Oberfläche freiliegender Epithelialzellen befinden, hervorgebracht wird. Da die Erscheinung bei den meisten Thierklassen und in sehr verschiedenen Organen vorkommt, da sie weder von dem unmittelbaren Einflusse des Blutgefäß-, noch dem des Nervensystems abhängt, da sie ferner nur an die Unverletzthkeit der mikroskopisch kleinen Flimmerzellen und Flimmerhärchen, nicht aber an die Integrität der ganzen flimmernden Membran gebunden ist, da endlich die Ursache des Phänomens weder mit denen der übrigen organischen Bewegungen genau stimmt, noch viel weniger nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen aus bloßen physikalischen Momenten hergeleitet werden kann, so hat man der Flimmerbewegung den Character eines Urphänomens zugeschrieben.

Der größte Theil der Erscheinungen, welche die Flimmerbewegung hervorruft, so wie die Organe, durch welche sie zu Stande kommt, sind allein unter dem Mikroskope wahrnehmbar. Nur einzelne, durch die Thätigkeit der Flimmerhaare bedingte Strömungen können, wenn besonders in dem in Bewegung gesetzten Wasser kleine dunkle Körper enthalten sind, schon mit freiem Auge bei besonderer Aufmerksamkeit wahrgenommen werden. Hieraus erhellt nun, weßhalb der Anfang der über die Flimmerbewegung gemachten Erfahrungen erst nach der Anwendung der mikroskopischen Beobachtung, d. h. in der letzten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts, gemacht werden konnte. Sehen wir von einer nicht ganz deutlichen Stelle bei Baglio ab[1]), so finden wir bei Anton de Heide (1683) die erste Beschreibung des Phänomens aus der Miesmuschel. Dieser Forscher kannte nicht nur die Bewegung an und für sich, sondern sah auch die durch dieselbe erzeugte Rotation der Embryonen, welche Swammerdamm ebenfalls bei den Schnecken beobachtete, bei diesen und bei Polypen. Jedenfalls bleibt also das Verdienst, die Erscheinung zuerst auf eine irgend genügende Weise kennen gelehrt zu haben, niederländischen Gelehrten. Da aber die mikroskopische Forschung zu jenen Zeiten mehr ein Gegenstand des nach dem Wunderbaren in der Natur strebenden Dilettantismus, als der ernst wissenschaftlichen objectiven Beschäftigung war, so blieben diese Erfahrungen weniger, als sie es verdienten, beachtet. Die ganze erste Hälfte des 18ten Jahrhunderts lieferte keine neuen ausgedehnteren Beobachtungen. Nur Bohadsch (1748) sah wahrscheinlich die Rotation der Tintenfischembryonen, während

[1]) S. F. G. Treviranus Pflanzenphysiologie. Bonn 1835. 8. Thl. I. S. 562.

Hales[1]) die Flimmerbewegung an den Kiemen der Klaffmuschel beobachtete, das ganze Phänomen aber für eine elektrische Bewegung des aus den Gefäßen herausgetretenen Bluts hielt und hieraus auch die Elektricität der letztern Flüssigkeit zu beweisen suchte. In der zweiten Hälfte des 18ten Jahrhunderts wurde nur gelegentlich bei Untersuchung verschiedener wirbelloser Thiere das Phänomen angetroffen. So bei den Beobachtungen von O. F. Müller, Spallanzani u. A. über Infusorien, von Ellis, Schaeffer, Ledermüller, Pallas, O. F. Müller, Gleichen, Fontana, Eichhorn, Cavolini über Polypen, von O. F. Müller über Medusen, von Baster, O. F. Müller, Poli u. A. über Mollusken. Eine neue Epoche beginnt mit den in den Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts fallenden Bemühungen von Steinbuch, welcher die an Polypen gemachten Erfahrungen bekräftigte, und das Flimmerphänomen an den Kiemen und anderen Körpertheilen der Froschlarven entdeckte. Tilesius beobachtete bald darauf die Bewegung der Jungen von Millepora rosea. Späterhin beschäftigte sich Dutrochet mit dem Studium des Räderorgans der Rotiferen, während Stiebel das Rotiren der Embryonen von Limnaeus stagnalis und von Theilen derselben von neuem wahrnahm. Später wurde die Flimmerbewegung bei einzelnen Gelegenheiten, wie sie bei Infusionsthierchen vorkommt, von Gruithuisen, C. A. Agarh, Raspail, Gravenhorst, Faraday, R. Wagner und vorzüglich Ehrenberg; bei Polypen, von Schweiger, Th. Bell, Dutrochet, Grant, Heyden, Meyen, Rapp, Ehrenberg, bei Medusen, von Rosenthal, Tilesius, Eschscholtz; bei Mollusken, von Erman, G. R. Treviranus, Hugi, Carus, Prevost, Grant, Ev. Home, C. E. von Baer, Unger, Pfeiffer, Audouin und Milne Edwards, Meyen, R. Wagner und Rathke behandelt. Von einer Fortbewegung der Samenthierchen durch Flimmerhaare sprach Gruithuisen. Eine detaillirte Reihe von Untersuchungen, welche unternommen wurden, um die Ausdehnung des Vorkommens der Flimmerbewegungen bei Froschlarven und bei Seethieren speciell kennen zu lernen, veröffentlichte Sharpey. R. Wagner endlich sah eine eigenthümliche, durch Stückchen von Froschlungen veranlaßte Bewegung der im Wasser suspendirten Blutkörperchen. Indem so die Aufmerksamkeit der Forscher neuerer Zeit immer mehr auf das Flimmerphänomen gerichtet worden war, beobachteten Purkinje und ich, daß die Oberflächen der Schleimhäute, der Luftröhre und der Lungen, so wie der weiblichen inneren Geschlechtstheile der Säugethiere, der Vögel und der Reptilien von einem Flimmerepithelium bekleidet seien, und daß auch im Froscheie ein Rotiren des Embryo durch Flimmerbewegung stattfinde. Später sahen wir auch das Phänomen, welches Joh. Müller ebenfalls selbstständig beobachtet hatte, bei den Fischen, so wie (und zwar Purkinje zuerst) an der Oberfläche der Höhlungen des centralen Nervensystems der Wirbelthiere. Die späteren Jahre lieferten theils Bestätigungen und weitere Fortführungen dieser Erfahrungen, theils die Erkenntniß neuer Verbreitungen des Flimmerphänomens. Das Vorkommen von Flimmerbewegung bei Wirbelthieren wurde zuerst von Sharpey, Jones, R. Wagner, Grant, G. R. Treviranus, Joh. Müller bestätigt und dürfte wohl jetzt von jedem mit dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft vertrauten Fachgenossen gesehen worden sein. Dagegen wurde die Anwesenheit von

[1]) Statik des Geblüts. 1748. 4. S. 92.

Flimmerhaaren von einzelnen Forschern, wie Mayer, L. C. Treviranus, Forbes u. A., oder deren wesentliche Thätigkeit bei dem Phänomen von Physikern, wie von Erman, bestritten. Sharpey ergriff den ganzen Gegenstand von neuem und bestätigte und erweiterte frühere, theils fremde, theils eigene Erfahrungen. Bei dem Menschen wurde die Erscheinung nicht nur bestätigt, sondern auch im Thränensacke von Henle, und auf Nasenpolypen von Siebold, R. Wagner, Donné, Bruns und mir beobachtet. An den Scheiden der Nervenbündel glaubte Remak, im Innern der Nervenprimitivfasern Gerber und ich, so wie zum Theil Bruns, Spuren eines Flimmerepitheliums wahrgenommen zu haben. Sein Vorkommen an der Oberfläche der Höhlungen des Nervensystems lehrte wieder Pappenheim kennen, während sich mir das Phänomen auf den Adergeflechten darstellte. Was endlich die einzelnen Thierklassen betrifft, so hatten noch Ehrenberg, Dutrochet und ich bei den Infusorien; Milne Edwards, Erdl, A. von Nordmann, Vanbeneden bei den Polypen; Ehrenberg, Siebold, R. Wagner und ich bei Medusen; Siebold bei Entozoen; R. Wagner, Delle Chiaje und ich bei Echinodermen; Henle, Siebold, Stannius und ich bei Anneliden; Carus, Henle, Lovén und ich bei Mollusken; Mayer, Purkinje, C. Vogt und ich bei Fischen; Mayer, R. Wagner, Barry, Pappenheim und ich bei Reptilien, Gelegenheit einzelne Erfahrungen zu liefern, während genauere Studien von Henle, Bühlmann, Gerber, C. Vogt und mir die Beschaffenheit der Flimmerzellen selbst noch näher erörterten. Die angebliche Flimmerbewegung der Samenthierchen der Tritonen wurde von Mayer, R. Wagner, Siebold, Dujardin und mir behandelt. Endlich wurde noch, abgesehen von den sich häufenden, an Wirbellosen angestellten Untersuchungen, das durch Flimmerbewegung bewirkte Rotationsphänomen der Eier und Embryonen bei Fischen von Ruscони, bei Alytes von C. Vogt und bei Säugethieren von Barry und Bischoff beobachtet.

Da wir noch sehr weit entfernt sind, die anatomischen und physiologischen Postulate, welche die Existenz eines Flimmerepitheliums in einem Thiere oder einem thierischen Theile bedingen, zu kennen, so bleibt Nichts übrig, als die empirisch bis jetzt aufgefundenen Vorkommnisse der Flimmerbewegung einzutragen. Hierbei müssen wir einerseits die Thierklassen und anderseits die Organe berücksichtigen.

Der Mensch und die Wirbelthiere. — Hier gilt für die ausgebildeten Organismen allgemein das Gesetz, daß im Normale die Oberflächen der in dem centralen Nervensysteme befindlichen Höhlungen und wahrscheinlich der Adergeflechte, der Schleimhaut der Nasenhöhle mit gewissen Fortsetzungen derselben, die der Luftröhre und der Lungen, wo solche vorhanden sind, mit gewissen Fortsetzungen derselben, wenn diese existiren, endlich die der Schleimhäute der vollständig ausgebildeten inneren weiblichen Genitalien mit Flimmerbewegung versehen sind. Außerdem können noch die Schleimhäute des Anhanges und des Endes des Darmkanals, ja selbst des ganzen Darmes, das Trommelfell, das Bauchfell, der Herzbeutel, die kiemenartigen Respirationsorgane und der Samenausführungsgang Flimmerepithelien besitzen. Sehr problematisch bleiben die Andeutungen von Flimmerorganisation an den Nervenbündeln und in dem Innern der Nervenprimitivfasern. Dagegen entbehren nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen die äußeren Hüllen des centralen Nervensystems, das abgeschlossene Lungenfell und das abgeschlossene Bauchfell (bei allen Wirbelthieren außer

Branchioſtoma), die Haut des Verdauungskanals mit Ausnahme der oben genannten Theile, die Membranen der Blut- und der Lymphgefäße, die der Drüſen, der Harnorgane, der Gelenke, der Schleimbeutel und endlich die äußere Haut mit allen ihren Fortſetzungen in dem Körper des Erwachſenen jeden Flimmerepitheliums. Im Embryo dagegen vermag die äußere Haut mit ihren äquivalenten Gebilden und Fortſetzungen das Phänomen ebenfalls darzubieten. Es kann jedoch bei allen den genannten Partieen ohne Ausnahme unter dem Einfluſſe theils normaler, theils krankhafter Vorgänge das Flimmerepithelium durch eine andere Art von Epithelium erſetzt werden; daß Theile, welche keine freien Oberflächen darbieten, wie die Knochen, die Muskeln und dgl. auch keine Flimmerbewegung bedingen können, verſteht ſich von ſelbſt.

Menſch. — Am leichteſten gelingt es hier, die noch in Thätigkeit begriffene Flimmerbewegung in der Schleimhaut der Naſe und der Luftröhre, wo ſie auch in der That von Purkinje und mir, von Siebold, R. Wagner, Donné, Biſchoff, E. H. Weber und Gluge geſehen worden iſt, zu beobachten. An der Oberfläche der Großhirnventrikel hatten Henle und ich ſie wahrzunehmen die Gelegenheit. Die übrigen Vorkommniſſe der Flimmerbewegung wurden dadurch ermittelt, daß man entweder Flimmerläppchen oder Flimmerhaare an dem Rande oder auf den Oberflächen der Theile ſelbſt beobachtet oder in den losgeſtoßenen oder abgekratzten Epithelien deutliche Fragmente von Flimmerzellen vorfand. 1) An der Oberfläche der Höhlungen des großen Gehirns iſt das Flimmerepithelium nur mit ſehr großer Mühe und bei ſeltenen begünſtigenden Gelegenheiten wahrzunehmen. Die Schwierigkeiten liegen theils darin, das Ependyma gehörig und ohne Druck zu halten, theils aber beſonders in der Zartheit der Cylinder und Zellen, welche durch mechaniſche und chemiſche Eingriffe leicht zerſtört werden. Hieraus läßt ſich erklären, weßhalb man ſo oft bei den Gehirnen nach jeder Anzeige eines Flimmerepitheliums vergeblich ſucht, da die meiſten in den Hirnhöhlen vorhandenen Waſſeranhäufungen daſſelbe chemiſch zerſtören. Nichts deſto weniger hatte ich doch auch hier Gelegenheit das Flimmerepithelium in Thätigkeit zu ſehen. Als eine Art von Compenſation für die ſich bei dieſen Beobachtungen darbietenden Schwierigkeiten erſcheint aber der Umſtand, daß ſich bei der ſo ſehr geſchützten Lage das Flimmerepithelium und ſelbſt die Flimmerbewegung Tage lang erhält, ſo daß man faſt bei jeder zur Section oder der anatomiſchen Unterſuchung ſich darbietenden Leiche darnach zu ſuchen noch berechtigt iſt, ſobald nicht Blutüberfüllung des Gehirns, Ausſchwitzung in die Ventrikel und dgl. es von vorn herein verbieten. Nach den hier mitgetheilten Erfahrungen bleibt es zwar dahin geſtellt, ob auch bei gewiſſen normalen Verhältniſſen das Flimmerepithelium des Ependyma durch ein anderes Epithelium erſetzt wird. Allein das Vorkommen eines Flimmerepitheliums an der freien Oberfläche des Ependyma, welches auch von Henle beſtätigt worden, kann nicht mehr einem gerechten Zweifel unterworfen werden. Im Embryo flimmert überdies die Oberfläche der Höhlung jedes der beiden Geruchsnerven (und vielleicht auch die der Seh- und Hörnerven in frühſter Zeit). 2) Auch die Oberfläche der Plexus choroidei flimmert wahrſcheinlich im Normalzuſtande. Nur erfolgt hier die Zerſtörung jeder Spur einer Exiſtenz des Flimmerepitheliums noch leichter, als bei dem Ependyma, wie bei Gelegenheit der Säugethiere näher angeführt werden ſoll. Die Flimmerbewegung ſelbſt habe ich hier bei dem erwachſenen Menſchen noch nicht geſehen. Dagegen ſind die Flimmer-

haare mit Bestimmtheit beobachtet worden. 3) Schleimhaut der Nasenhöhle. Nur eine verhältnißmäßig kleine Strecke über der äußern Nasenöffnung (nach Henle bis zu einer Linie, welche man sich von dem vordern freien Rande der Nasenbeine bis zu dem vordern Nasenstachel des Oberkiefers gezogen denkt) besitzt ein Pflasterepithelium. Mit dieser sowohl für die Nasenscheidewand, als die Seitentheile geltenden Ausnahme flimmert die ganze Schleimhaut der Nasenhöhle. Die anderseitige Grenze liegt ungefähr in einer Horizontalebene mit dem Atlas, so daß das oberste blindsackförmige Ende des Schlundes mit eingeschlossen ist. Doch flimmert noch ein Theil der obern Partie des weichen Gaumens, so wie die Umgebung der Eustachischen Trompete. 4) Schleimhaut der Stirnhöhlen und der Kieferhöhlen. 5) Schleimhaut der Eustachischen Trompete bis zur Gegend der Einmündung der letztern in die Paukenhöhle oder noch etwas in die letztere hinein. 6) Wie Henle zuerst beobachtete, die Innenfläche des Thränensacks und des Thränengangs und vielleicht mit sehr kleinen Flimmerhaaren die der Häute an der obern und untern Augenliedfalte oder selbst einer Strecke der Conjunctiva palpebrarum. 7) Schleimhaut des Kehlkopfs, der Luftröhre und der Lungen. Das Phänomen beginnt unterhalb der Epiglottis, oder selbst an dieser (wie auch Henle an dem Neugebornen, nicht aber dem Erwachsenen wahrnahm), und reicht durch Kehlkopf, Luftröhre, größere und kleinere Luftröhrenverzweigungen bis in die Lungenbläschen. 8) Innere weibliche Geschlechtstheile. Von den Gebärmuttermundslippen und dem Gebärmutterhalse (bald, wie es scheint, etwas höher, bald etwas tiefer beginnend) längs der Schleimhaut des Uterus und der Tuben bis zu dem gefranzten Ende derselben. Durch die Menstruation und die Lochien wird das Epithelium, vorzüglich in der Gebärmutter zerstört und später von neuem regenerirt. Bei allen genannten Häuten des Menschen aber geht das Flimmerepithelium durch Entzündungen und Ausschwitzungen, Katarrhe, überhaupt alle mit chemischer Veränderung der Secrete verbundene Leiden theilweise bis gänzlich zu Grunde. 9) Von den scheinbaren Spuren von Flimmerepithelien in den Nerven des Menschen, so wie der der Wirbelthiere überhaupt, soll, ehe wir zu den Wirbellosen übergehen, gehandelt werden.

Obgleich die Rotation des Eies in einem sehr frühen Zustande der Embryonalentwicklung (vermuthlich im Normalzustande während seines Durchganges durch die Tuben) bei dem Menschen noch nicht wahrgenommen worden ist, so liegt doch kein hindernder Grnnd vor, die Anwesenheit dieses Phänomens jetzt, wo es bei den Säugethieren wahrgenommen worden, nicht auch hypothetisch für den Menschen anzunehmen.

Säugethiere. — Bei ihnen flimmern dieselben Organe wie bei dem Menschen, nämlich 1) das Ependyma der Höhlungen des centralen Nervensystems und der Fortsetzungen derselben, z. B. der Oberfläche der Höhlungen der Geruchskolben. 2) Die Adergeflechte. 3) Die Schleimhaut der Nasenhöhle. 4) Die Stirnhöhlen und Wangenhöhlen. 5) Die Schleimhaut der Eustachischen Trompete. 6) Der Thränensack und der Thränengang. 7) Die inneren weiblichen Geschlechtstheile von den Gebärmuttermundslefzen (inclusive den Theil derselben, welcher nach der Scheide sieht, wenigstens bei Kaninchen) bis zu dem Abdominalende der Tuben. 8) Das Ei des Kaninchens ist zu einer gewissen Zeit seiner frühsten nach der Befruchtung stattfindenden Fortentwicklung auf der Oberfläche seines Dotters (obersten Schicht der Keimhaut oder Umhüllungshaut?) mit Flimmerhärchen besetzt und rotirt daher nach den Beobachtungen von Bischoff und Barry. Es

läßt sich mit Recht annehmen, daß die genannten Theile bei allen Säugethieren flimmern. Wenigstens sind bis jetzt keine Ausnahmen gefunden worden. Purkinje und ich haben in Betreff der Flimmerbewegung der Naſenhöhle, der Luftröhre und der Lungen, ſo wie der inneren weiblichen Geſchlechtstheile, die Fledermaus, das Eichhörnchen, das Kaninchen, die Maus, die Ratte, das Meerſchweinchen, den Hund, die Katze, den Maulwurf, das Schaaf, den Ochſen und das Schwein unterſucht. Auch bei dem Bären iſt das Phänomen in der Luftröhre und deren Verzweigungen beobachtet worden.

Vögel. — Auch hier flimmern das Ependyma der Höhlungen des centralen Nervenſyſtems (die Adergeflechte) und die Schleimhäute der Naſe, der Luftröhre und Luftröhrenverzweigungen und der inneren weiblichen Geſchlechtstheile. Außerdem aber haben noch die Luftſäcke, als Fortſetzungen der in den Lungen vorhandenen Luftgänge an ihren Höhlungsoberflächen ein Flimmerepithelium. Dieſes letztere kann nur bei friſch getödteten Vögeln als Merkmal dienen, um z. B. in der Bauchhöhle Luftſäcke von Bauchfellgebilden zu unterſcheiden. Auch hier fanden Purkinje und ich bei unſeren Beobachtungen, welche an der Bachſtelze, der Saatkrähe, der Feldlerche, dem Stieglitz, dem Zeiſig, dem Sperling, dem Thurmfalken, der Waldſchnepfe, der Taube, dem Hahne, der Ente und der Gans angeſtellt wurden, wenigſtens in Betreff des Flimmerepitheliums der Schleimhaut der Naſe, der Luftröhre und Luftröhrenverzweigungen und der inneren weiblichen Geſchlechtstheile keine Ausnahme.

Bei den Säugethieren wie bei den Vögeln ſcheint die Flimmerbewegung in den inneren weiblichen Geſchlechtstheilen junger (nicht brunſtfähiger) Thiere zu fehlen, während ſie ſchon an der Mucosa der Luftröhre ſehr junger Embryonen, z. B. der Wiederkäuer und des Schweins von ungefähr 2″ Länge und halbentwickelten Hühnchen wahrgenommen wurden.

Reptilien. — Ohne Ausnahme flimmern hier die bei Säugethieren und Vögeln das Phänomen darbietenden Theile. Außerdem aber kann das Phänomen noch in der Mundhöhle, dem Schlunde, der Speiſeröhre, auf dem Trommelfelle, in der Kloake, auf der Membran des Eierſtocks und der Oberfläche der bleibenden Kiemen, wenn dieſe vorhanden ſind, vorkommen. Wo es im Oeſophagus vorhanden iſt, hört es ſtreng an der Cardiagrenze deſſelben auf, ſo daß es z. B. bei den Schlangen auch als Merkmal, wo der Magen anfange, benutzt werden kann. Bei den Embryonen dieſer Thierklaſſe vermögen noch die äußere Haut und die vorübergehenden freien Kiemen zu flimmern. Die Rotation des Embryo im Ei wird wenigſtens bei den geſchwänzten und ſchwanzloſen Batrachiern durch die letzteren Verhältniſſe bedingt. Da die einzelnen Amphibienabtheilungen kein gleiches Verbreitungsbezirk des Flimmerepitheliums zu haben ſcheinen, ſo müſſen wir jede derſelben beſonders beſprechen.

Die Chelonier verhalten ſich in Betreff der Schleimhäute der Naſe, der Luftröhre, der Lungen und der weiblichen Genitalien, wie die Vögel. Außerdem flimmern noch die ihrer Mundhöhle, der Euſtachiſchen Trompete, des Schlundes und der Speiſeröhre. Ob die warzige Schleimhaut der Seeſchildkröten das Phänomen ebenfalls und überall darbiete, iſt noch nicht erforſcht. Eben ſo ſind auf Flimmerbewegung der Kloake, des Ependyma der Hirnhöhlen und der Adergeflechte, welche beide letzteren Gebilde die Erſcheinung vielleicht ebenfalls darbieten, bis jetzt noch keine Unterſuchungen angeſtellt worden.

Unter den Sauriern verhalten sich wenigstens unsere gewöhnlichen Eidechsen und unter den Ophidiern die Nattern in den Verbreitungsbezirken ihrer Flimmerepithelien ähnlich, wie die Schildkröten.

Bei den schwanzlosen und den geschwänzten Batrachiern flimmern nicht nur die Schleimhäute der Mundhöhle und des Pharynx und des kurzen Oesophagus, der Eustachischen Trompete, der Rudimente von Kehlkopf und Luftröhre, der Lungen und der inneren weiblichen Genitalien, sondern auch folgende Theile. 1) Die Paukenhöhlenoberfläche des Tommelfells, wie Pappenheim zuerst bei Fröschen wahrgenommen hat. Bei Salamandern und Tritonen habe ich sie hier noch nicht gesehen. 2) Wie Mayer zuerst beobachtete, der Herzbeutel und das Bauchfell. Die Flimmerbewegung des Herzbeutels findet sich bei geschwänzten und ungeschwänzten Batrachiern; die des Bauchfells ist bis jetzt nur bei geschwänzten Batrachiern (Tritonen) gesehen worden. 3) Die Haut des Ovarium, in welcher die Eier sitzen und welche diese umgiebt, und 4) die Kloake der Frösche, wie Mayer zuerst gefunden hat.

Daß die Rotation der Keimhaut und der Embryonen, welche von Purkinje und von mir, von Sharpey und von Bischoff bei Fröschen beobachtet worden, sehr frühzeitig eintrete, läßt sich schon der Analogie nach erwarten. Sie existirt in der That auch bereits kurz nach, wo nicht noch vor dem vollständigen Schlusse der Rückenplatten, wie auch die Beobachtungen von Sharpey bekräftigen.

Was endlich die Perennibranchiaten betrifft, so hatte schon Czermack vor längerer Zeit ein eigenthümliches Anziehen und Abstoßen der Blutkörperchen durch die Kiemenstücke des Proteus anguinus wahrgenommen. Es läßt sich theoretisch annehmen, daß dieses Phänomen durch ein auf der Oberfläche der genannten Organtheile befindliches Flimmerepithelium bedingt werde. Diese Vermuthung wurde auch durch die Erfahrungen von R. Wagner und Barry bestätigt. Abgesehen von der Untersuchung derjenigen Theile, welche bei allen anderen Reptilien flimmern, bleibt noch zunächst zu erforschen, ob nicht hier bei weiblichen Thieren eine ähnliche Eigenthümlichkeit stattfinde, wie wir bald von mehren Fischen anführen werden.

Fische. — Auch hier wurde das Phänomen an dem Ependyma der Hirnhöhlen, der sackförmigen blindendigenden Schleimhaut der Nase (so daß also diese, wenn sie nur Geruchsorgan und nicht Athmungsorgan zugleich ist, auch flimmert), der Membran des Eierstocks und zwar an allen Wandungen der Behälter, welche Eier einschließen, und der des Eileiters, wenn er vorhanden ist, bis zu seiner äußern Mündung wahrgenommen. Bei Rochen (Squalus catulus) sah ich die Oberfläche des Bauchfells zwischen Leber und Eierstock, vor den Nieren und den Ovarien bei weiblichen Individuen flimmern, während die männlichen Embryonen an den genannten Stellen nichts der Art darboten. C. Vogt beobachtete ebenfalls bei eileiterlosen Salmonen (Corregonus palaea, albula, Salmo fario und trutta) an der ganzen innern Oberfläche der Bauchwände bei weiblichen, nicht aber bei männlichen Exemplaren Flimmerbewegung.

Die Rotationsbewegung hat Rusconi bei Hechteiern, 30 Stunden nach der Befruchtung, wahrgenommen. Ob die freien Kiemen der Embryonen der Rochen und der Haifische flimmern, ist noch nicht untersucht worden. Wie der niederste der Cyclostomen und aller Wirbelthiere überhaupt, Branchiostoma lubricum Costa (Amphioxus lanceolatus Yarrell) eine so eigenthümliche Stelle in jeder Beziehung behauptet und einerseits noch zu den Wirbelthieren gehörend, anderseits durch seine vielfachen contractilen gefäßartigen Herzen

an die Anneliden erinnert, so sind auch die Verhältnisse seiner Flimmerepithelien durchaus exceptionell. Nach den Beobachtungen von Joh. Müller und Retzius entbehrt die Mundhöhle dieses Thiers der Flimmerbewegung. Diese beginnt erst an eigenen fingerförmigen Figuren, wo dasselbe optische Phänomen, wie bei den Räderorganen der Infusorien zu Stande kommt, und setzt sich von hier in die Kiemenhöhle, wo die Schleimhaut und die sehr zahlreichen Kiemenspalten auch die Wimperbewegung darbieten, fort. Das Flimmerphänomen der Kiemen dieses Thiers ist um so auffallender, als kein bis jetzt bekannter Fisch, selbst Myxine nicht, an seinen Athmungsorganen die Erscheinung darbietet. Die von Lichtenstein beschriebene wirbelnde Bewegung der Kiemen von Syngnathus gehört nicht hierher, sondern, wie jener Forscher auch bemerkte, zum sogenannten Motus vibratorius major. Bei Branchiostoma flimmert noch nach Müller und Retzius der ganze Tractus intestinalis, so wie der Blindsack des Darms. Unmittelbar hinter der grünen, in der Darmhaut befindlichen Leber zeigt sich eine Stelle, in welcher das Phänomen besonders lebhaft ist und wo sich aus diesem Grunde ein Strang brauner Excremente sehr rasch um seine Achse dreht. Bei keinem andern Wirbelthiere ist eine Flimmerbewegung im Darme, wenn man die kleine Kloakenstelle bei den Batrachiern ausnimmt, wie schon oben bemerkt wurde, bis jetzt bekannt.

Ehe wir die Wirbelthiere verlassen, müssen wir noch über die Beobachtungen, welche auf eine vielleicht innerhalb der Primitivfasern der Nerven stattfindende Flimmerbewegung hindeuten, anführen. Schon früher (1836) glaubte ich in den Primitivfasern des N. ischiadicus eines großen durch einen Fall von 2′ Höhe tetanisch gewordenen Frosches Spuren von Flimmerbewegung wahrgenommen zu haben. Remak sah später an den Bündeln frischer Rückenmarksnerven Bewegungen der Art, die von mir durch ein Mißverständniß seines lateinischen Ausdruckes auf die Primitivfasern selbst bezogen wurden und daher nicht hierher gehören. Die in der Folge von Gerber und mir wieder aufgenommenen Untersuchungen führten eben so wenig zu bestimmten Resultaten, als die früheren Erfahrungen. Wie man bei ganz frischen Nervenprimitivfasern des Menschen und aller Wirbelthiere bei hellem Tages- und vorzüglich bei Lampenlichte sieht, existirt rings nach Außen von dem Primitivfaserinhalte ein heller Saum, welcher oft einem eben still stehenden Flimmersaume ähnlich sieht. Bisweilen glaubte ich noch ein Auf- und Niederklappen desselben wahrzunehmen. In den bei weitem meisten Fällen dagegen ist keine Spur davon zu beobachten. Aehnliche Erfahrungen scheint auch Bruns gemacht zu haben. Zu gleich unvollständigen Resultaten gelangt man, wenn man an dem Oberschenkel eines lebenden Frosches alle Theile bis auf den Hüftnerven entfernt, einige Primitivfasern, die so in ihrer longitudinellen Continuität bleiben, auf einer Glasplatte ausbreitet und mikroskopisch untersucht. Man sieht hieraus, daß die bis jetzt gemachten Erfahrungen durchaus nichts Positives in dieser Beziehung liefern, viel weniger sichere Schlüsse rücksichtlich der Existenz einer Circulation des Nervensaftes erlauben.

Wirbellose Thiere. — Hier erlangt die Flimmerbewegung in einigen Abtheilungen, wie den Mollusken, eine größere Ausdehnung, als in den anderen Klasse der Thierwelt, während sie bei anderen Abtheilungen wirbelloser Geschöpfe fast ganz zu mangeln scheint. Hierher gehören z. B. die Arachniden, die Crustaceen und die Insecten. Peters will zwar in dem Innern der Tracheen Flimmerbewegung gesehen haben, ohne daß jedoch die

Flimmerhärchen deutlich wahrgenommen werden konnten. So viel Wahrscheinliches diese Angaben auch haben, so müssen dennoch künftige Erfahrungen bestimmter über diesen Gegenstand entscheiden. Ebenso ist noch die Rotation des Eies in diesen Thierklassen nachzuweisen.

Anneliden. — Hier kommt die Flimmerbewegung in sehr verschiedenen Organen und Theilen vor. Unter den Antennaten Lam. findet sie sich bei Aphrodite aculeata nach Sharpey an der äußern und der innern Oberfläche des Darms und der an diesem haftenden Blinddärme, so wie an der Innenfläche der Zellen, welche mit dem in dem Bauchraume enthaltenen Wasser in Berührung kommen; unter den Tubicolen bei Serpula und bei Amphitrite alveolata nach Sharpey und nach Joh. Müller und Henle bei den Sabellen an den Kiemenfäden, bei Arenicola piscatorum nach Cheek an der Innenfläche der Leberbläschen und nach Stannius an der äußern Fläche des Stamms und der hohlen Fortsätze der kammförmigen Gefäße; unter den Terricolen bei dem Regenwurme an der innern Oberfläche des Darmkanals, so wie nach Henle und mir an der der schleifenartigen Organe und bei Naïs proboscidea nach O. F. Müller, Gruithuisen, Ehrenberg, Purkinje und mir an der Innenfläche des Hintertheils des Darms und in den schleifenartigen Apparaten, und unter den Turbellarien bei Planaria nach Gruithuisen, Purkinje und mir, Ehrenberg an der äußern Körperoberfläche. Endlich flimmern bei Branchiobdella astaci nach Henle, Siebold und mir zwei vordere und zwei hintere im Innern der Thiere befindliche Röhren.

Mollusken. — Die Cephalopoden zeichnen sich hier durch vorherrschenden Mangel an Flimmerbewegung im erwachsenen Zustande besonders aus. Unter den Gasteropoden dagegen erreicht das Phänomen einen sehr ausgezeichneten Verbreitungsbezirk. Von den Nacktschnecken flimmern bei Limax die äußere Haut mit den Fühlern, der Darm, die Lebergänge, die Innenflächen der weiblichen und die der männlichen Genitalien und die der Nieren. Aehnlich ist der Verbreitungsbezirk des Phänomens bei den Gehäuseschnecken, wie Succinea, Helix, Planorbis, Limnaeus. Bei Aplysia leporina unter den Pomatobranchien flimmern außer den genannten Organen noch die Kiemen. Dasselbe ist auch nach den Beobachtungen von Sharpey, Lovén, Fleming und mir bei Doris, Tritonia und Colidia, unter den Cyclobranchiaten nach Sharpey und mir bei Patella und nach dem Erstern bei Chiton der Fall. Das Gleiche gilt von den Ctenobranchien, wie die von Purkinje und mir, R. Wagner und A. an Paludina vivipara und von Sharpey an Buccinum undatum gemachten Beobachtungen zu lehren scheinen. Bei allen bis jetzt untersuchten Conchiferen (Mya, Anodonta, Mytilus, Ostrea) flimmerten die freie, nicht aber die der Schale zugekehrte Oberfläche des Mantels, der ganze Darm, die Kiemen und die Nebenkiemen, der Fuß, die Genitalien und das schwarze (bald als Lunge, bald als Niere, bald als Geschlechtstheil gedeutete) Organ. Unter den Tunicaten flimmern bei den Ascidien nach Sharpey und mir der Kiemensack, so wie mehrere innere Häute. Aehnliches findet sich nach Lister bei Polyclinum. In den Salpen existiren nach Meyen Flimmerorgane in den Athmungswerkzeugen. Endlich gehört, wie die Beobachtungen von Siebold zu lehren scheinen, die Innenfläche der den Gehörstein einschließenden Höhle von Cyclas, Anodonta, Unio wahrscheinlich hierher.

Die Rotation des Eies und der Embryonen ist bei Typen aus den meisten Abtheilungen der Weichthiere bis jetzt schon beobachtet worden.

Echinodermen. — Bei den Seeigeln (Echinus esculentus) flimmert

nach Carus, Delle Chiaje, R. Wagner, Sharpey und mir die Membran der Schaale und das gesammte die Eingeweide umhüllende Bauchfell, so wie nach meinen Erfahrungen die äußeren und inneren Kiemen, die Füßchen und der Darm. Bei den Seesternen (Asterias aurantiaca und rubens) fand ich das Phänomen an der äußern und der innern Fläche des Magens mit seinen Blindsäcken, den Kiemen, der äußern und innern Fläche der Füßchen, der weichen äußern Haut, dem Bauchfell, den Ringgefäßen, den Genitalien und der bauchfellartigen Zwischenmembran, welche alle diese Theile unter einander und an die Kalkgebilde heftet. Bei den Holothurien (Holothuria tubulosa) zeigen die äußere Oberfläche der gestielten harten knorpeligen Blasen am Munde, die braunen Gefäßröhren am Athmungsorgane, die Oberfläche der zu dem Darme gehenden Gefäße, das Gekröse und das Bauchfell überhaupt und vielleicht die Geschlechtstheile dasselbe. An dem Magen, dem Bauchfelle und den Füßchen der Seesterne hatten Sharpey und zum Theil R. Wagner das Phänomen schon früher wahrgenommen.

Entozoen. — Bei Distomum globiporum und Distomum nodulosum finden sich nach Siebold unterhalb des vordern Saugnapfes zu beiden Seiten des Schlundkopfes zwei kleine rundliche, an ihren Innenflächen flimmernde Höhlungen. Ob Bucephalus polymorphus Flimmerbewegungsverhältnisse darbietet oder nicht, steht noch genauer zu erforschen. Außerdem zeigen viele infusorienartige Entozoen, wie z. B. die Opalina ranarum im Mastdarme der Frösche, auf der ganzen Hautoberfläche, oder der in der Harnblase des Frosches nicht selten vorkommende infusorielle Schmarotzer um den Mund und im Innern Flimmerbewegung. Unter den Parasiten hat z. B. Diplozoon das Phänomen in dem Innern der großen Gefäßstämme. Nach den von Siebold gemachten, später von Miescher und mir bestätigten Erfahrungen bewegen sich die infusorienähnlichen Embryonen von manchen Trematoden, wie Monostomum mutabile, Distomum cygnoides, hians und nodulosum durch Flimmerhaare ihrer Oberfläche fort.

Unter dem Namen der Wimperblasen beschrieb Remak in neuester Zeit eigenthümliche, parasitisch in dem Gekröse vorzüglich dem Mesogastrium der Frösche oft wahrnehmbare Bläschen von $^1/_{50}$ — $^1/_4$ Linie Durchmesser oder noch bedeutenderen Größenschwankungen, welche an der innern Oberfläche der ihre Höhlung umgebenden Häute Flimmerhaare und Flimmerbewegung besitzen. Sie haben eine kreisrunde bis eiförmige Gestalt, ragen meistens über die Fläche der Gekrösplatten hervor, zeigen nach Außen an ihrer Hülle concentrische Lagen knotiger Fasern und innerhalb ihrer Höhlung kreisrunde, dunkel aussehende, ihrer Zahl nach sehr verschiedene Körper, welche durch das Flimmern der Innenfläche der Hülle in fortwährender Bewegung erhalten werden. Bisweilen erscheinen gesonderte Abtheilungen solcher Körper, die sich nach ganz verschiedenen, oft entgegengesetzten Richtungen bewegen. Das Phänomen dauert nach Isolation der Blasen oft noch stundenlang, wird endlich träger und unregelmäßiger, beschränkt sich mehr auf einzelne Stellen der Blase und hört zuletzt ganz auf. Vielleicht, daß sich im Innern der Blasen Scheidewände bilden und so das Kreisen einzelner Gruppen der enthaltenen Körper hervorrufen. Vielleicht auch, daß sich die Blasen selbst durch Abschnürung vermehren. Die Inhaltskörper sind mehrfach so groß, als die Blutkörperchen des Frosches, enthalten an einem Theile eine körnige Masse, an einem andern einen bläschenartigen Zellenkern, zeigen aber keine Bildung von Zellen in Zellen. Bei kleinen Blasen können sie selbst gänzlich fehlen. In einem Falle beobachtete Re-

mak auch eine Wimperblaſe an dem freien Rande des breiten Mutterbandes eines Kaninchens.

Betrachten wir noch anhangsweiſe die Samenfaden, ſo finden wir bei ihnen keine wahre Flimmerbewegung. Die Angabe, daß die Spermatozoen einzelner geſchwänzter Batrachier das Phänomen darbieten, beruht darauf, daß der um den geſtreckten Fadentheil in einiger Entfernung ſchraubengangartig herumgerollte Endtheil des Fadens durch ſeine eigenthümliche zitternde Bewegung den Schein eines wallenden Streifes leicht hervorruft.

Acalephen. — Hier haben O. F. Müller, Tileſius, Roſenthal, Eſchſcholtz, Grant, Sharpey, Sars, R. Wagner, Forbes und Goodſir und ich die Flimmerbewegung wahrgenommen. Sie findet ſich an verſchiedenen Stellen der äußern Haut, beſonders an den fadenartigen Gebilden des Körpers, wie z. B. nach Siebold an den blaßroſagefärbten, an den Geſchlechtstheilen gelegenen Tentakeln der Medusa aurita, nach R. Wagner an dieſen und den langen violetten Randfäden von Pelagia, an den gefranzten Anhängen von Cassiopeja, ferner an den Randkörpern, den Hüllen der Hoden und der Eierſtöcke. Auch flimmert die innere Oberfläche eines Randgefäßes und der mit ihm in Verbindung ſtehenden ſtrahligen Gefäße. Hierdurch wird dann die Bewegung einer mit Körperchen verſehenen, blut- oder chylusähnlichen Flüſſigkeit erzeugt.

Daß die Embryonen der Meduſen Flimmerbewegung beſitzen, haben die Beobachtungen von Siebold gelehrt.

Polypen. — Bei den Actinien flimmern der Magen mit ſeinen Nebenhöhlen, die Oberflächen der Geſchlechtstheile und der dieſe einhüllenden Membran, ſo wie die innere Oberfläche der hohlen Fühlfäden. Die Flimmerbewegung der äußern Oberfläche der Scheibe und der Fühlfäden wechſelt nach Sharpey nach Species und Alter. Die Rotation der Eier iſt von Rathke, Sharpey, Dalyell und Anderen beobachtet worden. Sehr allgemein flimmern bei See- und Süßwaſſerpolypen die Arme und Fühlfäden. Die Haare fehlen jedoch auch einzelnen Species von Sertularia, Campanularia, Plumularia, Tubularia u. dgl. Auch zahlreiche innere Theile bieten hier daſſelbe Phänomen dar, ſo nach Vanbeneden die Außenfläche des Darms der Alcyonellen, der Eingang in den Darm bei ſehr vielen hierher gehörenden Thieren, der Magen und der Darm der Fluſtren u. dgl. oder auch einzelne innere Röhren, wie bei manchen Süßwaſſerpolypen. Eine durch Flimmerbewegung bewirkte Kreisbewegung einer mit Körperchen geſchwängerten Flüſſigkeit im Innern des Polypenkörpers exiſtirt, wie es ſcheint, häufig. Sie wurde z. B. bei Campanularia von Cavolini und Liſter, bei Sertularia, Tubularia von dem Letztern wahrgenommen. Erdl ſah ſie innerhalb der Fühlerkränze von Veretillum cynomorium. Bei den Spongien flimmert wahrſcheinlich die ganze Schleimhaut des von Höhlen durchſetzten Körpers.

Die Rotation der Eier und Lunge dieſer Thierklaſſe iſt vielfach beobachtet worden.

Infuſorien. — Zieht man alle Theile, an welchen durch raſche Bewegung haarförmiger Organe ein Strudel in dem umgebenden Waſſer entſteht, hierher, ſo bieten ſehr viele Infuſorien, ja vielleicht faſt alle das Phänomen an irgend einer Stelle des Körpers dar. Wir haben es an der äußern Haut z. B. bei Coleps, Trachelius, Paramecium und vielen anderen, am Mundrande bei Vorticella, Epistylis u. dgl., an beiden bei Stentor Mülleri, Leucophrys, Holophrya, Bursaria u. ſ. w. Wir finden es als charakteriſtiſches Merkmal für die ganze große Familie der Räderthiere. Allein bei einer genauern Be-

griffsbestimmung der Flimmerbewegung, wie wir sie im Anfange dieses Artikels versucht haben, dürften viele hierher gerechnete Vorkommnisse hinwegfallen. Wo Flimmerbewegung im engern Sinne des Worts existirt, muß eine größere oder geringere Zahl von Flimmerhärchen auf einer Epithelialzelle sitzen. Dieses ist aber z. B. bei den Räderorganen der Räderthiere und anderen Theilen von Infusorien nicht der Fall. Wir haben hier haarförmige Gebilde, welche mehr zu dem Hornsysteme der Haut zu gehören und durch antagonistische Muskeln in Bewegung gesetzt zu werden scheinen. Dadurch, daß manche von ihnen in continuirlicher Thätigkeit begriffen sind, erzeugen sie ein Phänomen, welches auch bei anderen Thieren vorkommt, das man mit dem Namen des Motus vibratorius major bezeichnet und auf welches wir in der Folge noch zurückkommen werden. An diese Erscheinungen schließen sich dann andere anhaltende Bewegungen von Theilen der Infusorien, z. B. des Rüssels der Monadinen, der Strahlen von Actinophrys und selbst vielleicht zum Theil die den Wechsel der äußeren Formen erzeugenden Veränderungen der Amoeben. Es bleibt daher für Specialforscher der Infusionsthiere das Problem, einerseits die wahren Flimmerepithelien dieser Geschöpfe in Detailbelegen nachzuweisen und anderseits die verschiedenen Formen der anderweitigen continuirlichen Bewegungen bei diesen Thieren kennen zu lehren.

Die von Ehrenberg als innere kiemenartigen Gebilde der Rotiferen beschriebenen Organe sind nach C. Vogt Flimmerröhren, wie sie in dem Regenwurme, in Naïs, Branchiobdella u. dgl. existiren.

Ordnen wir nun das Vorkommen der Flimmerbewegung den Organen nach, so haben wir:

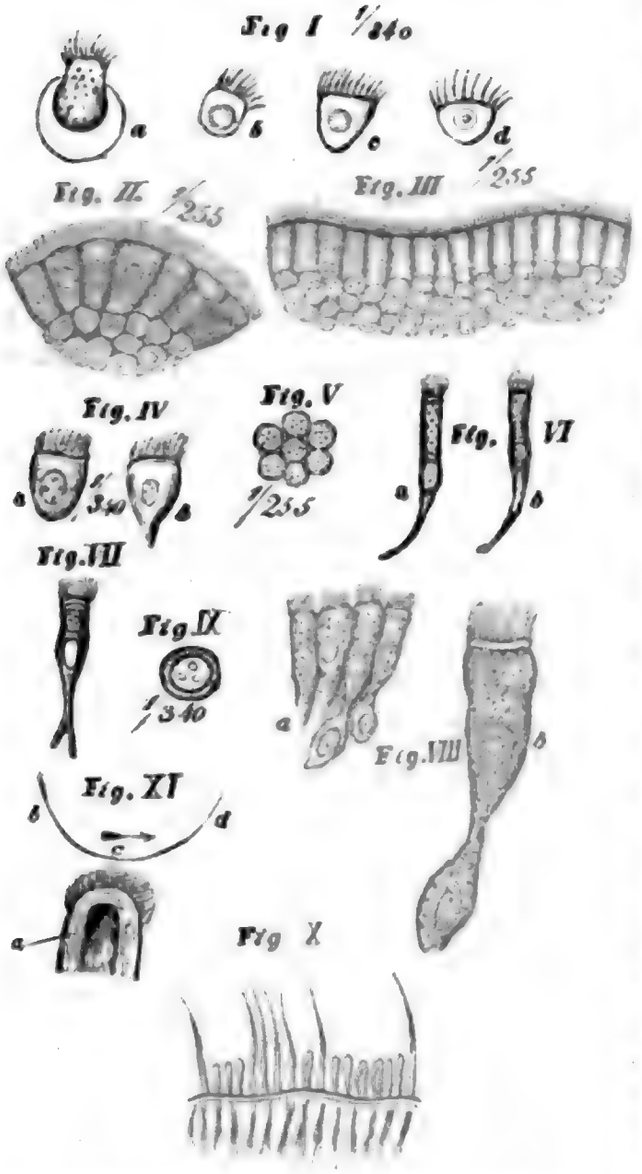
1. Ependyma des centralen Nervensystems. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische.
2. Plexus choroidei. (Wahrscheinlich Mensch.) Säugethiere. (Vögel.) Reptilien. Fische.
3. Oberfläche der Höhlung des Geruchsnerven. Mensch. Säugethiere.
4. Thränensack und Thränengang. Mensch. Säugethiere.
5. Gehörhöhle. Cyclas. Anodonta. Unio (?).
6. Schleimhaut der Nasenhöhle. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fische.
7. Innenfläche des Trommelfelles. Batrachier.
8. Schleimhaut der Eustachischen Trompete. Mensch. Säugethiere. Vögel. Reptilien.
9. Schleimhaut der Kiefer- und Stirnhöhlen. Mensch. Säugethiere.
10. Schleimhaut des gesammten Darms oder von Theilen desselben. Branchiostoma lubricum. Aphrodite aculeata. Lumbricus terrestris. Naïs diaphana. Schnecken. Muscheln. Ascidien. Echinodermen. Actinien und einzelne andere Polypen und einzelne Infusorien.
11. Gesammter Bauchraum oder Theile desselben. Aphrodite aculeata und einzelne Polypen.
12. Außenfläche des Darms. Aphrodite aculeata. Einzelne Polypen.
13. Bauchfell. Geschwänzte Batrachier. Weibliche Rochen. Weibliche Salmonen ohne Eileiter. Echinodermen. Acalephen und einzelne Polypen.
14. Schleimhaut der Mundhöhle, des Schlundes und der Speiseröhre. Reptilien.
15. Schleimhaut der Kloake. Batrachier.
16. Innere Oberfläche der Gallengänge und Aequivalente

derſelben. Aphrodite aculeata. Arenicola piscatorum. Schnecken und vielleicht Muſcheln.

17. Herzbeutel. Batrachier.
18. Gefäße. Diplozoon. Meduſen? Polypen?
19. Oberfläche der Kiemen. Perennibranchiaten. Branchiostoma. Embryonen der Batrachier. Serpula. Amphitrite alveolata. Sabella. Ascidien. Salpen. Echinodermen. Mit dieſen verſehene Schnecken und Muſcheln. Einzelne Polypen. Infuſorien.
20. Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Lungen. Menſch. Säugethiere. Vögel. Reptilien.
21. Innenfläche des Harnrecipienten. Einzelne Schnecken. Muſcheln?
22. Innenfläche des Samenleiters. Schnecken.
23. Innenfläche der Zellen und Gänge des Eierſtockes. Batrachier. Fiſche. Muſcheln. Echinodermen? Akalephen? u. a.
24. Innenfläche der Eiröhren. Menſch. Säugethiere. Vögel. Reptilien. Fiſche. Schnecken. Muſcheln? und andere niedere Thiere.
25. Innenfläche der Gebärmutter. Menſch. Säugethiere und damit oder mit deren Aequivalenten verſehene Wirbelthiere.
26. Aeußere Haut. Embryonen der Batrachier. Schnecken. Muſcheln. Echinodermen. Einzelne Entozoen. Planarien. Akalephen. Polypen. Infuſorien.
27. Beſondere Organe und Theile. Kammförmige Gefäße von Arenicola piscatorum. Schleifenförmige Organe des Regenwurms, von Naïs. Vordere und hintere Flimmerröhren von Branchiobdella. Niere oder Lunge oder Geſchlechtsorgan der Muſcheln. Höhlen neben dem Schlundkopfe von Distomum globiporum und nodulosum. Randkörper der Meduſen. Flimmerröhren der Rotiferen, die oben erwähnten Wimperblaſen u. dgl.
28. Rotation der Eier und Embryonen. Säugethiere, Batrachier, Knochenfiſche, Mollusken, Echinodermen, Entozoen, Meduſen, Polypen, Infuſorien (bei den letzteren Thierklaſſen die Jungen).

Es iſt gar keine Frage, daß dieſer Inder, in den nur unzweifelhaft beobachtete Thatſachen aufgenommen worden, durch fortgeſetzte Unterſuchungen noch bedeutend vermehrt werden wird. Allein ſchon die vorläufig feſtgeſtellten Facta ſcheinen zu beweiſen, daß jedes Organ und jeder Organtheil, der überhaupt nur eine freie, äußere oder innere Oberfläche darbietet, in einem oder dem andern thieriſchen Geſchöpfe zu flimmern im Stande iſt. Um ſo auffallender bleibt es, daß ſich gewiſſe Thierabtheilungen, wie die Cruſtaceen, Inſecten, Arachniden, Cephalopoden ſo entſchieden excluſiv gegen die Flimmerbewegung verhalten.

Ueberall wird die Flimmerbewegung durch Härchen oder Blättchen, welche in Schwingung begriffen ſind, hervorgerufen. Dieſe Gebilde ſitzen dann an den freien Oberflächen von Epithelialzellen, die man deßhalb auch mit dem Namen der Flimmerorgane belegt. Daher die Anweſenheit von Flimmerbewegung und Epithelialformation einander wechſelſeitig bedingen. In den bei weitem meiſten Fällen iſt das Flimmerepithelium ein Cylinderepithelium, deſſen Cylinder, wie bald näher entwickelt werden ſoll, meiſt den Charakter älterer, in ihrer Ausbildung vorgeſchrittener und zum Theil verhornter Zellgebilde an ſich tragen. Doch iſt dieſes keineswegs nothwendig. Wir haben auch ausnahmsweiſe runde Flimmerzellen, die z. B. in den Adergeflechten des Fötus der Wiederkäuer gleich ſehr jungen Zellen durch Waſſer äußerſt leicht zerſtörbar ſind, während die runden Flimmerzellen, welche z. B. das Rotiren des Fiſch-



eies bewirken, der Einwirkung des Waſſers einen größern Widerſtand entgegenſetzen. Eben ſo finden wir unter Flimmercylindern, z. B. der Mundhöhle des Froſches, einzelne länglich runde oder ſelbſt kugelige Flimmerzellen (Fig. I. a. b. c. d.). Bei den mit den Charakteren älterer Zellbildung verſehenen Zellen liegen wahrſcheinlich immer unter der Flimmerzelle noch eine oder mehre, in ihrer Ausbildung weniger vorgeſchrittene Zellenſchichten.

Die cylindriſchen Flimmerzellen gleichen ſehr den Cylindern des gewöhnlichen, mit keinen Flimmerhaaren verſehenen Cylinderepithelium (ſ. d. Art. Gewebe). Es ſind länglich runde, ungefähr coniſche Gebilde, welche gegen ihre freie Oberfläche hin breiter werden, ſich gegen das entgegengeſetzte Ende hin mehr verſchmälern und dann in ein verdünntes Gebilde, durch welches ſie mit den darunter liegenden Zellenſchichten vereinigt werden, auslaufen. Dieſe ihre Form erkennt man ſchon in dem Weſentlichen, ſo lange ſich die Flimmermembran in ihrer Integrität befindet, z. B. an den gefalteten Rändern dünner und durchſichtiger Flimmerhäute oder an geeigneten Perpendicularſchnitten derſelben, welche mittelſt der Scheere oder des Doppelmeſſers angefertigt worden ſind (z. B Fig. II. aus der Luftröhre des Kaninchens und Fig. III. aus der des Menſchen). Um aber die Details zu ſtudiren, muß man die Cylinder iſolirt zur Betrachtung zu erhalten ſuchen. Dieſes geſchieht am leichteſten dadurch, daß man die Oberfläche einer Flimmerhaut mit der Schneide eines Meſſers ſchabt. In dem ſo erhaltenen Gemenge erſcheinen dann viele Flimmercylinder theils vereinzelt, theils in geringer Zahl mit einander gruppirt. Auch die bloße Unterſuchung der an Flimmerhäuten haftenden oder von ihnen ausgehenden Secrete führt oft ſchon einzelne Flimmerzellen zur Anſchauung, ſobald gleichzeitig eine normale oder pathologiſche Häutung des Flimmerepitheliums ſtattfindet. Die in vorgeſchrittener Ausbildung begriffenen, älteren, normalen Flimmercylinder zeigen eine rund herumgehende Seitenwand und eine über das Lumen des Cylinders, gegen die freie Oberfläche die Höhlung derſelben abſchließende trommelfellartige obere Wand. Die Seitenwand trägt die Charaktere eines ſchwachen Verhornungsproceſſes an ſich, d. h. ſie zeigt überall keine ganz vollkommene Durchſichtigkeit und ein mehr oder minder körniges Weſen. Dieſes letztere entſteht wahrſcheinlich dadurch, daß an der Innenwand der primären Zellmembran, die wahrſcheinlich durch chemiſche Intusſusception eine größere Conſiſtenz gewonnen hat, Körnchen (des frühe-

ren flüssigeren Zelleninhaltes oder aus diesem niedergeschlagen) anliegen. Auf den Seitenwandungen vieler, jedoch nicht aller Flimmercylinder erkennt man auch ein longitudinal gestreiftes oder gerieftes Wesen (Fig. IV. a u. b. aus dem Frosche). Im Innern des Cylinders erscheinen ein oder zwei Kerne, die, wenn das letztere stattfindet, größtentheils longitudinal und meist in einiger Distanz über einander liegen. Sehr oft bilden diese Nuclei ganz helle, wie von Milchglas verfertigte Kugeln. Sehr oft dagegen haben sie auch einen körnigen Inhalt. Den Gesetzen der Gewebeentwicklung gemäß, müssen wir die ersteren für älter halten als die letzteren. Die obere Wandung des Cylinders scheint, besonders wenn er helle Kerne enthält, dünner als die Seitenwandung zu sein. Sie zeigt wenigstens eine sehr große Empfindlichkeit gegen Wasser. Durch die Kraft dieser Flüssigkeit scheint sie sehr leicht zerstört zu werden. Wenn nämlich Wasser eine Zeit lang auf eine Flimmermembran, besonders der höheren Thiere und des Menschen eingewirkt hat, so sehen wir an dem Rande derselben nach und nach helle Kugeln hervortreten. Diese sind nichts, als die früher in den Flimmercylindern enthaltenen Kerne, welche durch die obere Wand derselben ihren Ausgang finden. Da das Phänomen vorzüglich leicht bei warmblütigen Thieren eintritt, und das angewandte Wasser in der Regel geringer temperirt ist, als die meist unmittelbar nach dem Tode untersuchte Flimmermembran, so dürfte vielleicht der Temperaturwechsel ebenfalls bei dem erwähnten Erfolge wesentlich thätig sein. Jedenfalls aber läßt sich mit Recht schließen, daß die Widerstandskraft der oberen Wand geringer, als die der Seitenwandung ist. Da bei allen Zellen die Stärke der Zellenwand durch chemische Intussusception oder mechanische, meist an der Innenwand erfolgende Ablagerung, oder beide Momente zugleich zunimmt, so ließe sich vielleicht annehmen, daß dasselbe Quantum neu zugeführter Stoffe auf die obere Wand selbst und die Flimmerhärchen vertheilt wird und daß daher die erstere schwächer bleibt, als die Seitenwandung. Sollte diese Hypothese richtig sein, so müßte die obere Wandung der reinen, nicht flimmernden Cylinderepithelien dichter sein.

Die eben geschilderten Flimmercylinder stehen senkrecht, gleich den dichtgedrängten Pallisaden, neben einander. Da sie nach oben gegen die freie Oberfläche hin an Durchmesser zunehmen, so müssen sie, je näher der Oberfläche, um so leichter einander gegenseitig drücken. In der That verlieren sie auch hier nicht selten ihre cylindrische Form und platten sich wechselseitig ab. Betrachtet man sie, wenn die Flimmerhaare entfernt sind, von der obern Fläche aus, so erscheinen sie nicht, wie sich erwarten ließe, als runde bis rundliche neben einander liegende Gebilde, sondern als polygonale Zellen, welche vollkommen dem gewöhnlichen Pflasterepithelium gleichen. Diese Beobachtung macht man am leichtesten, wenn man die Flimmermembranen von Thieren, die in Weingeist aufbewahrt worden, z. B. der Mundhöhle von Salamandern und Tritonen, untersucht. Oft, z. B. Fig. V. bei dem Kaninchen, zeigen sie sich schon selbst etwas polygonal, wenn sie einander auch nicht ganz dicht berühren. Allein auch abgesehen von dieser Abplattung erscheinen oft die Flimmercylinder überhaupt platt gedrückt. Ob dieses auch durch ihre gedrängte Stellung in der Tiefe erzeugt oder durch Wachsthumsursachen bedingt werde, ist nicht bekannt.

Das Flimmerepithelium reiht sich seinen Bildungsgesetzen nach den übrigen Epithelien an. Hierzu gehört, daß, wenn ältere Flimmercylinder vorhanden sind, jüngere Zellenschichten, wie schon bemerkt wurde, unterhalb derselben existiren. Untersucht man eine größere Anzahl von isolirten Flim-

mercylindern, so läuft bei dem größten Theile das untere Ende in ein fadiges Gebilde aus. Das Ende dieses letztern ist oft unregelmäßig abgerissen oder trägt überhaupt Spuren von Verletzung an sich. Bald erscheint es einfach, platt, nicht selten umgelegt (Fig. VI. a. und b. aus der Luftröhre des Menschen), oft scheinbar gabelförmig (z. B. Fig. VII. aus der Luftröhre des Hundes). Bei einzelnen Cylindern hängt an dem untern Ende statt eines längern Fadens eine platte Zelle, z. B. Fig. VIII. a. und b. aus der Luftröhre des Menschen. Selten folgen auch wohl zwei successive Zellen longitudinal noch auf einander. Auf sehr feinen, mittelst des Doppelmessers bereiteten senkrechten Schnitten einer Flimmermembran sieht man bisweilen, wie an einem Cylinder noch mehre, bis drei (bis vier) Zellen der Höhe nach an einander haften. Die Verbindung zwischen dem Cylinder und der ersten Zelle ist verhältnißmäßig am schmalsten und wird zwischen der ersten und zweiten breiter, zwischen der zweiten und dritten noch breiter. Auch die Kernbildung wird je weiter nach unten, relativ und vielleicht auch absolut um so größer. Hieraus scheint sich zu erklären, wie, wenn die oberste Schicht, d. h. die Lage der Flimmercylinder abgestoßen wird, sogleich eine neue Epitheliallage, (oder vielleicht bisweilen eine junge Kernschicht), wie bei den anderen Epithelialhäuten, zum Ersatze vorhanden ist.

Alle eben geschilderten Eigenschaften der Flimmercylinder sind aber nur als accessorische zu betrachten. Daß weder die cylindrische Form, noch die Verhornung des größten Theils der Wandungen, noch die Mehrfachheit, Helligkeit und dgl. der Kerne etwas wesentlich Nothwendiges sei, lehren die Flimmerzellen an den Adergeflechten des Hirns der Früchte der Wiederkäuer. Auch flimmern, wie die Untersuchung der Schleimhaut der Luftröhre beweis't, die Cylinder schon, ehe sie den eben geschilderten vorgerückten Zustand ihrer Ausbildung erlangt haben. Eben so indifferent ist ihre Größe, so wie die durch diese und die Zahl und Größe der unterliegenden Schichten erzeugte Stärke des Flimmerepithelium, wie z. B. schon die Vergleichung der flimmernden Elemente in der Luftröhre und dem Ependyma des Gehirns des Menschen darthut.

Bei den nicht cylindrischen Flimmerzellen stehen die Flimmerhaare auf der freien Oberfläche der Zelle (z. B. Fig. I. b. aus der Mundhöhle des Frosches) zerstreut, während die verdeckte Oberfläche derselben entbehrt, wie man bei Isolation sieht und sich schon gewissermaßen von selbst versteht. Bei den Flimmercylindern stehen sie rings um die Peripherie der obern Fläche, nicht aber auf der obern freien Fläche der Oberwand des Cylinders selbst. Daher kommt es auch, daß, wenn man eine Flimmermembran von oben her untersucht, die Mitteltheile dieser obern Fläche eines jeden Flimmercylinders heller und durchsichtiger erscheinen. Es zeigt sich dann eine innere hellere durchsichtige Scheibe, welche an ihrer Peripherie von einem etwas saturirteren Ringe gleich einem Reifen umgeben wird. (Fig. IX. aus der Mundhöhle des Frosches.) An dem letztern unterscheidet man dann bisweilen die Haare oder deren Ueberreste als Punkte oder feine Striche. Bisweilen sind sie auch gar nicht mehr kenntlich. Diesen ringartigen Theil bemerkt man auch bei der Seitenansicht des Flimmercylinders, oft weniger bei der der mehr kugeligen Flimmerzellen. Von ihm scheinen bei sehr vielen Cylindern und Zellen die Flimmerhaare auszugehen. Untersucht man jedoch oft und genauer, so gewinnt es eine größere Wahrscheinlichkeit, wo nicht Gewißheit, daß sie tiefer hinabreichen. Ja die bald zu erwähnenden zwiebelartigen Theile dieser Haare scheinen immer unter- und innerhalb dieser Gebilde zu liegen.

Die Zahl der Flimmerhaare, welche ringsherum auf einem Flimmercylinder stehen, scheint bei den verschiedenen Flimmerzellen verschieden zu sein. Bisweilen erscheinen in Einer Seitenansicht nur 3 — 6. Nach Henle sollen sogar bei Muscheln Flimmercylinder, welche nur je ein Haar tragen, vorkommen. An einzelnen Cylindern der Schleimhaut der Mundhöhle des Frosches zählte ich (in der ganzen Peripherie und nicht bloß in der Hälfte derselben) meist 17 — 21. Bei dem Kaninchen schienen mir sogar an einzelnen breiteren Cylindern der Schleimhaut der Luftröhre einige dreißig Haare zu sein. Nehmen wir nur den mittleren Durchmesser Eines Cylinders, wie er sich bei dem genannten Kaninchen ergab, zu 0,0006″ an, so werden ungefähr in runder Summe 20,000 auf eine Quadratlinie kommen. Schreiben wir jedem Cylinder 20 Flimmerhaare zu, so wird jede Quadratlinie 400,000 Flimmerwimpern besitzen. Auf die Luftröhre allein würden dann nach einem ungefähren Anschlage gegen 20 Millionen Flimmerhaare kommen. Bei dem Menschen glaubte ich bei verschiedenen Zählungen 10 — 22 Haare zu finden. Uebrigens dürfte es sich schon theoretisch von selbst verstehen und scheint auch durch die Erfahrung bestätigt zu werden, daß die Zahl der Flimmerhaare variabel ist und daß die Breiten der Cylinder und der Haare bestimmende Momente derselben ausmachen.

Die Gestalt der Flimmerhaare ist nicht immer die gleiche. Die speciellen Formdifferenzen sind aber nur sehr schwer und unvollständig anzugeben, weil diese einzelnen Haargebilde an der Grenze unsers verstärkten Sehvermögens stehen, während der noch thätigen Flimmerbewegung nicht beobachtet werden können und nach dem Aufhören derselben sehr leicht zu Grunde gehen. Immer ist das Haar gegen seine Basis breiter, als gegen die Spitze hin. Die Verschmälerung erfolgt allmälig. Ihr Grad wird daher im Allgemeinen durch das Verhältniß der Breiten der Basis und der Spitze zur Totallänge des Haares bestimmt. Purkinje und ich glaubten bei Beobachtung der Flimmerbewegung an der Schleimhaut der Luftröhre und der innern weiblichen Genitalien des Menschen, des Ochsen, des Schaafes, überhaupt der Säugethiere bei möglichst starker Vergrößerung beobachtet zu haben, daß das Ende der Flimmerhaare mehr quer abgeschnitten sei. Ich bin aber seit jenen ersten Untersuchungen wiederum zweifelhaft geworden, da ich namentlich in der Luftröhre der Menschen auch spitz zulaufende Flimmerhaare deutlich wahrnahm. Dagegen sind sie, wie wir schon früher bemerkten, hier wie in der Schleimhaut der Luftröhre, der Lungen und der inneren weiblichen Genitalien, zum Theil der Vögel und anderer Wirbelthiere mehr platt und laufen bei den letzteren mehr oder minder spitz zu. Die bei weitem häufigste Form ist die, daß das Haar allmälig, gleichsam wie ein wahres Kopfhaar sich zuspitzt. Eine ausnahmsweise Gestalt ist die keulenförmige, wie in den Kiemen von Unio und nach Kölliker an der innern Oberfläche des Hodens von Planorbis corneus, obgleich in beiden Fällen durch das peitschenförmige Umschlagen und Verharren in dieser flectirten Stellung Täuschungen sehr leicht möglich werden. Solche peitschenförmig umgeschlagene Haare aus den Kiemen von Anodonta zeigt Fig. X.

Die Einfügungsstelle der Flimmerhaare an den Flimmerzellen und der wahre untere Endtheil der Wimpern sind meist nicht deutlich wahrnehmbar, weil der ringartige Rand des Cylinders die Anschauung trübt. Bisweilen jedoch erscheint es bei normalen Cylindern ziemlich deutlich, daß die Haare sich in die Tiefe hinabsenken. Bei den langen Haaren der Muschelkiemen z. B. zeigt sich an geeigneten Präparaten, daß sich die Basis des Haars

noch in die Tiefe hinein verlängert. An einzelnen mit dem Nasenschleime ausgeführten sehr hellen und mehr rundlichen Flimmerzellen am Anfange und nicht in späteren Stadien des Katharrs sahen Buhlmann und ich nicht nur die Basaltheile der meist sparsamen Flimmerhaare in die Flimmerzelle hineinragen, sondern es stellten sich auch an dem untern Ende Knöpfchen dar, welche an die Haarzwiebeln und an ähnliche Gebilde der Stacheln der Räderthiere zu erinnern scheinen. Bisweilen scheinen auch sehr helle Streifen von ihnen auszugehen. Ob diese Streifen contractile Fäden oder was sie sonst sind, läßt sich nicht entscheiden. Innere Theile in den Haaren selbst sind nicht wahrnehmbar.

Die Länge und Breite der Flimmerhaare variirt nach den Geschöpfen und den Theilen derselben, in welchen sie vorkommen. Bei dem Menschen kann man ihre Länge, wie sie in dem Gehirn vorkommt, ungefähr zu 0,00020 — 0,00025 P. Z. ($^1/_{400}$ Linie), in der Luftröhre und der Nase zu 0,00025 — 0,00040 P. Z. im Mittel anschlagen. Bei Thieren dagegen finden wir einzelne Beispiele weit längerer Haare, so z. B. an den Kiemen und dem Mantel von Anodonta zu 0,0006 — 0,0007 P. Z. Länge, aber auch bedeutend kürzerer Wimpern. Nach früheren Untersuchungen bestimmten Purkinje und ich die in der Thierwelt überhaupt in dieser Beziehung uns vorgekommenen Schwankungen zu 0,000075 — 0,000908 P. Z. Auch bei dem Menschen ist die Länge der Haare sehr vielen Verschiedenheiten unterworfen. Wahrscheinlich immer sind die Flimmerwimpern des Ependyma im Normale zarter als die der Schleimhäute der Nase, der Athmungsorgane und der weiblichen Geschlechtstheile.

Die Flimmerhaare selbst bilden offenbar den empfindlichsten Theil des ganzen Flimmerepithelium, denn sie werden durch kaltes, mit keinen aufgelöst'en Stoffen gesättigtes Wasser, durch Alkohol, Aether, Säuren, Alkalien und Salze, wenn diese in bedeutenderer Concentration angewendet werden, entfernt. Bei denjenigen Stoffen, welche auflösende Kräfte auf sie ausüben, verschwinden sie natürlicherweise gänzlich. Allein auch wenn sie durch die Flüssigkeit nur mechanisch abgestreift werden, gelingt es nur äußerst selten, Spuren derselben als strichförmige Haarfragmente ihrer großen Feinheit wegen zu entdecken.

Die Entwicklung der Flimmerhaare und der Flimmerzellen ist noch sehr unvollständig bekannt. Schon Grant[1]) führt von den Flimmerhaaren von Beroë pileus an, daß sie nicht einfach seien, sondern aus mehren, gleich den Gliedern einer Schwimmhaut durch eine Membran verbundenen Streifen bestehe. Kölliker glaubte an einzelnen Flimmerhaaren eine Spaltung eines primitiven Gebildes durch Längentheilung beobachtet zu haben. Allerdings sieht man nicht selten an Flimmercylindern, z. B. der Mollusken, helle an der Stelle des Haarkranzes befindliche Streifen, welche durch Längsstriche eine Längentheilung anzudeuten scheinen. Nur muß man sich hüten, nicht etwas Anderes dafür zu halten. Wenn nämlich die Bewegung stille steht und die einzelnen Haare ausgestreckt bleiben oder in flectirter Stellung verharren, so liegen sie nicht selten dicht bei einander, so daß das Ganze als Eine helle Masse erscheint, während die Grenzlinien nur durch mehr oder minder vollständige dunklere Striche angezeigt werden. Abgesehen von dieser Klippe, wäre aber die Entstehung der Flimmerhaare durch Längsspaltung dem, was wir bei der Entwicklung der Fäden des Zellgewebes, der Sehnen, der Bän-

[1]) Proceedings of the zoological society of London. Part. I. 1833. 8. p. 8.

der, der Muskelfasern, der Samenfaden und dgl. sehen, ganz analog. Freilich müßte dann die Entwicklung der Flimmerhaare von der der gewöhnlichen hornigen Haare sehr abweichen, was natürlich theoretisch nichts gegen sich hat. Man könnte sich in diesem Falle vorstellen, daß an dem Rande des Flimmercylinders ein ringförmiges Gebilde hervorwüchse und sich allmälig immer mehr der Länge nach theilte, bis die einzelnen Flimmerhaare hergestellt wären, oder vielleicht noch naturgemäßer folgende hypothetische Vorstellungsweise annehmen. Die obere freie Wand des Flimmercylinders erhebe und theile sich, ungefähr wie etwas Aehnliches an dem Peristomium der Moose beobachtet wird, durch einzelne Radienlinien in größere dreieckige Abtheilungen. Diese sonderten sich durch tiefer gehende Längentheilung in immer untergeordneter Streifen, bis dadurch unmittelbar oder durch Fortsetzung dieses Processes die Flimmerhaare hergestellt wären. Was nach der Bildung dieser Matrix der Flimmerhaare übrig bliebe, würde zur erwähnten trommelfellartigen Haut, die eben deßhalb ihre Dünne und ihre Empfindlichkeit behielte, verwendet werden. So plausibel diese Annahme auf den ersten Blick auch erscheint, so erläutert sie doch einerseits die Einfügung der Flimmerhaare gar nicht, während sie anderseits ein weniger klares Bild, wie etwa die Flimmerhaare bei den runden Zellen entstehen, darbietet. Diese Punkte werden durch einfaches haarartiges Hervorsprossen der Flimmerwimpern besser erklärt. Eben so unbestimmt läßt sich nach den gegenwärtigen Erfahrungen nur angeben, wie nach Losstoßung eines Flimmerepitheliums ein neues Epithelium entsteht. Das Wahrscheinlichste dürfte sein, daß die unter den Flimmercylindern liegenden Zellen das Materiale hierfür lieferten. Vergrößerten sie sich einfach, so könnten sie in ein Pflasterepithelium übergehen. Verlängerten sie sich, oder verschmelzten je zwei Zellen übereinander und verlören ihre Querscheidewände, so könnten sie sich zu Cylindern umwandeln.

Das Flimmerepithelium ist gleich den anderen Epithelien sehr leicht zeitlichen Störungen und Veränderungen unterworfen. Während seine periodischen Häutungsverhältnisse ihrer Existenz und ihren Specialitäten nach noch sehr wenig gekannt sind, so beobachten wir, meist in Folge chemischer Veränderung der Absonderung der flimmernden Membran, eine leicht eintretende Zerstörung der Flimmerhaare oder der Flimmercylinder selbst, wie z. B. durch die Ausscheidung der Menstruation und der Lochien. So sehen wir bei mitten in ihrer Embryonalentwicklung begriffenen Kaninchen das Flimmerphänomen der Gebärmutterhörner nur da, wo die Eier unmittelbar ansitzen, schwinden, in den Zwischenräumen dagegen ungestört fortdauern. So heben krankhafte Secretionsproducte das Phänomen leicht auf. Bei Catarrh einer Flimmerhaut erscheinen zuerst veränderte Flimmerzellen und fehlen später gänzlich. So bei anderen Entzündungen und organischen Degenerationen.

Durch die Bewegung der an den Flimmerzellen befindlichen Haare kommt die Flimmerbewegung zu Stande. Die Bewegungsart der Wimpern ist aber nicht überall und zu allen Zeiten die gleiche, sondern kann auch auf folgende vier Typen reducirt werden: 1) die hakenförmige Bewegung (motus uncinatus). Hier macht jedes einzelne Haar Bewegungen gleich einem Finger, welcher abwechselnd gebeugt und gestreckt wird. Bei kürzeren Haaren oder Läppchen zeigt sich bei dieser Bewegungsweise nur eine einfache Entwicklung; bei längeren dagegen, z. B. an denen der Kiemen von Anodonta (Fig. X.) bisweilen auch eine doppelte, ganz wie bei einem mit

drei Phalangen versehenen Finger. Die Realisation dieser Bewegung scheint nur denkbar, indem wir uns eine contractile, in dem Haare gelegene Substanz, oder indem wir eine analoge Einrichtung, wie durch Fingersehnen realisirt wird, uns vorstellen. 2) Die trichterförmige Bewegung (motus infundibuliformis). Hier dreht sich das Haar um seine Basis als den Mittelpunkt und beschreibt mit der Spitze einen vollständigen Kreis, so daß es im Ganzen eine Kegeloberfläche bei jeder einmaligen Drehung durchläuft. 3) Die schwankende Bewegung (motus vacillans). Hier schwankt das Haar nur mehr pendelartig von einer Seite zur andern. Endlich 4) die wellenförmige Bewegung (motus undulatus). Hier schlängelt sich das Haar, ungefähr wie ein im Wasser schwimmender Vibrio oder wie der Faden eines Spermatozoon. Von allen diesen Bewegungsarten ist die hakenförmige bei weitem die häufigste, vorzüglich wo platte oder sehr lange Flimmerhaare vorhanden sind. Daher bei fast allen Wirbelthieren, bei Gasteropoden, Muscheln und dgl. Bei den mehr rundlichen Haaren wird auch nicht selten die trichterförmige Bewegung wahrgenommen. Eben so zeigt sie sich bei den meisten Hauthaaren oder Hautstacheln der Infusorien. Die schwankende Bewegung findet sich nur, wo die Flimmerbewegung schwächer wird und selbst hier nur ausnahmsweise. Sie ist jedenfalls bei den läppchenartigen Wimpern, wenn sie hier überhaupt existirt, seltener und schwächer, als bei den mehr rundlichen, borstenförmigen. Die wellenförmige Bewegung glaubten Purkinje und ich bei unseren ersten Untersuchungen ausnahmsweise bei einzelnen Wirbelthieren gesehen zu haben. Auch sie war nur während des Aufhörens des Phänomens wahrnehmbar. Seit jener Zeit ist sie mir aber, so viel ich weiß, nicht mehr mit Bestimmtheit vorgekommen.

Der Zeitraum, in welchem ein Flimmerhaar seinen Bewegungscyclus vollendet, ist natürlich sowohl nach der Energie, mit welcher das Flimmerphänomen besteht, als nach dem Medium, welches die Flimmermembran umgiebt und als solches der Bewegung geringern oder größern Widerstand leistet, sehr verschieden. Bei reger Thätigkeit des Phänomens erfolgt das Schlagen, dessen Schnelligkeit freilich in gleichem Maaße mit der angewendeten Vergrößerung des Mikroskopes vergrößert wird, so rasch, daß die Bewegung jedes einzelnen Haares bei seiner Dünne nur schwer oder nicht genau oder gar nicht verfolgt werden kann. Je mehr die Bewegung sich vermindert, um so langsamer agiren die einzelnen Haare, so daß zuletzt eine sehr bedächtige Thätigkeit und endlich ein äußerst langsames Schwanken eintritt. Vermöge des entgegengestellten Widerstands wird die Bewegung durch dichten Schleim, Oel, Syrup und dgl. ebenfalls langsamer gemacht. Man sieht hieraus, daß die Zeitdauer der Schwingungen der einzelnen Flimmerhaare nur ungefähr anzugeben ist. Nach Krause vibriren sie (bei dem Menschen?) 190 bis 320 Mal in der Minute. An den in Wasser flimmernden Kiemen von Anodonta kam ich nur auf 100 — 150 Schwingungen in der Minute. Im Allgemeinen können wir annehmen, daß jedes Haar bei normaler Flimmerbewegung 2 — 3, seltener, wie es scheint, mehr vollendete Bewegungen in der Secunde vollenden dürfte.

Obgleich die Flimmerhaare oft längs des ganzen Umfangs des Cylinders, so weit es der Raum gestattet, dicht und gleichförmig, vertheilt sind, so werden doch ihre gegenseitigen Stellungen durch die wechselseitige Stellung der Flimmercylinder bestimmt. Während nämlich diese bei mehr ebenen Flimmermembranen ebenfalls mehr eben stehen, bei solchen dagegen, welche Colliculi darbieten, den Absenkungen der Hügel entsprechend geneig,

tere Stellungen annehmen, so stehen sie doch stets gleich den übrigen Gewebtheilen in regulären Linien, welche sich bald in der Gestalt gerader, bald in der von regelmäßigen Bogenlinien zeigen. Durch die so reguläre Stellung allein wird es möglich gemacht, daß die Flimmerbewegung, wenn alle Haare räumlich und zeitlich nach regulirten Gesetzen schwingen, reguläre Wellen, wie wir sie fast immer wahrnehmen, darstellt. Diese Regularität wird aber bisweilen, besonders bei der Verlangsamung des Phänomens dadurch gestört, daß einzelne Haare mit den übrigen räumlich oder, was noch häufiger der Fall ist, zeitlich unharmonisch schwingen oder gar schon ihre Thätigkeit eingestellt haben. Rücksichtlich der Schwingungen der neben einander befindlichen Flimmerhaare sind aber mannigfaltige Verschiedenheiten, welche auch den Totaleindruck des Phänomens mehr oder minder abändern, beobachtet worden. 1) Die in einer Linie stehenden Flimmerhaare, welche sämmtlich hakenförmig schwingen, machen ihre Flexionen und Extensionen zu gleicher Zeit und in gleicher Höhe. Es entsteht hierdurch ein vollkommen gleiches lineares Heben und Senken. Der Rand der Flimmererscheinung ist bei ebenen Flimmerhäuten mehr gerade, bei hügeligen mehr wellenförmig. Das Ganze gewährt ein eigenthümliches Ansehen, für welches ich kein ganz passendes Bild wüßte, welches man aber vielleicht noch am besten mit einem hellen, dahinwallenden, flackernden Lichtstreifen vergleichen könnte. Kleidet die Flimmermembran, welche in der eben geschilderten Weise thätig ist, ein unter dem Mikroskope übersehbares Rohr aus, so gewinnt das Ganze nicht selten eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Bilde, welches sinuös geschliffene Uhrperpendikel von Glas, die sich schnell herumdrehen, oder der von der Sonne beschienene Strahl eines Brunnens gewähren. Eine gute Vorstellung von diesen Verhältnissen geben z. B. die Flimmerröhren im Innern der Branchiobdella astaci. 2) Bei flächenartiger Ausbreitung des Flimmerepithelium, Anwesenheit von Colliculis und besonders nicht zu langen und feinen Haaren, sieht man ein Rieseln von regulär sich verbreitenden Flimmerströmen, welches oft an das Wallen der Aehren eines vom Winde bewegten Kornfeldes erinnert. Diese Anschauung wird um so lebhafter, eine je größere Partie einer flimmernden Oberfläche aus der Vogelperspective und nicht von der Seite aus oder auf dem Rande stehend erscheint. 3) Sind die Härchen länger und feiner, so bleibt zwar nahe an der Substanz des flimmernden Theils ein dahinrieselnder, flimmernder Lichtstrom. Allein über diesen hinaus zeigen sich noch helle fortwährend agitirende Streifchen, die hinausragenden thätigen freien Hälften der Haare. 4) Bei der trichterförmigen Bewegung erhält das Rieseln, wenn ich mich so ausdrücken darf, eine Beimischung von Zittern. 5) Während alle bisher geschilderten Totaleindrücke eine mehr oder minder gleichartige und gleichförmige Bewegungsart voraussetzten, so zeigen sich bei ihnen noch gewisse Specialmodificationen, sobald eine ungleichartige Thätigkeit benachbarter Haarpartien eintritt. Schon das oben erwähnte, dem eines bewegten Kornfeldes ähnliche Wallen wird, wenn nicht vielleicht gar erzeugt, doch wenigstens dadurch wesentlich begünstigt, daß benachbarte Haarpartien sich beugen, während andere sich emporheben. Wie aber hier ein flächenhaftes Wallen hervorgebracht wird, so entsteht bisweilen an den umgeschlagenen Rändern der Flimmermembranen ein lineares Wallen [1]), indem successive von Härchen zu Härchen ein immer

[1]) S. die schematische Abbildung in Nov Act. Ac. N. C. Voll. XVII. P. II. Tab. LXV. Fig 9. R. Wagner Icones physiologicae. Hft. 3. Tab. XXX. Fig. 12.

größerer Grad von Biegung oder von Streckung stattfindet. Eben so kann sich local ein Zittern einstellen, sobald die Härchen aus der trichterförmigen Bewegung in die schwankende übergehen und dgl. Endlich 6) zeigt sich, wenn die Haare circulär stehen und sowohl der Zeit wie dem Raume nach auf eine reguläre Art successiv schwingen, das optische Phänomen eines drehenden Rades, wie bei dem Räderorgan der Räderthiere, den fingerförmigen Figuren in der Rachenhöhle von Branchiostoma und dgl. Daß alle diese optischen Totaleffecte der Bewegung von der Richtung derselben wesentlich verschieden sind, versteht sich von selbst.

Da die Flimmerhaare die umgebende Flüssigkeit ruderartig schlagen, so erregen sie in dieser Wellen und Strömungen, welche der Flexionsrichtung der Härchen entgegengesetzt und mit der Extensionsrichtung derselben gleichlaufend sein werden. Dadurch werden aber zwei Arten von Bewegungen hervorgerufen werden: 1) Es entstehen in der umgebenden Flüssigkeit reguläre, den regelmäßigen Stellungen und Thätigkeiten der Härchen entsprechende Wellen und Strömungen. Partikelchen, welche in der umgebenden Flüssigkeit schwimmen, Kohlenstaub, Pigmentmolecüle, Blutkörperchen, Epithelialfragmente und dgl., werden mehr oder minder rasch längs des Flimmerrandes dahin schwimmen, bald ihm zueilen, bald von ihm entfernt, gleichsam abwechselnd von ihm angezogen und abgestoßen werden. Da diese Phänomene sehr oft leichter als die Flimmerhaare und der Flimmerrand wahrgenommen werden können, so erklärt sich hieraus, weßhalb einzelne Beobachter diese Erscheinungen allein wahrnahmen und weßhalb dieselben oder andere Forscher bei dem Mangel der Wahrnehmung der Flimmerbewegung und vorzüglich der Flimmerhaare als Ursache der Erscheinung eine eigenthümliche Anziehung und Abstoßung annehmen zu müssen glaubten. So sahen Steinbuch bei verschiedenen Theilen und vielleicht selbst dem Gehirne der Froschlarven, Czermack an den Kiemen des Proteus, R. Wagner an den Lungen der Frösche solche Attractions- und Repulsionsphänomene, ehe ausgedehntere Studien über das Flimmerepithelium bekannt waren. Damit aber diese regulären Einflüsse auf die umgebende Flüssigkeit allein und nicht zugleich Ortsveränderungen des flimmernden Körpers zu Stande kommen, muß dieser durch Größe und Befestigung an unbewegliche Theile mehr Widerstand leisten, als durch die Flimmerbewegung Stoßkraft zum Fortschreiten verursacht wird. Daß dieses bei den in natürlicher Lage fixirten Flimmermembranen der meisten Thiere von irgend bedeutender Größe der Fall sei, versteht sich von selbst. 2) Wenn der flimmernde, sei es von Natur oder durch künstliche Trennung, frei im Wasser schwimmende Körper jenen oben erwähnten Widerstand nicht leisten kann, so muß er selbst im Ganzen dem durch die Flimmerbewegung gegebenen Impulse nothwendig folgen und nach Maßgabe seiner Gestalt und der Form und Stärke des flimmernden Epitheliums bald linear, bald flächig, bald kreisförmig, bald schraubenartig, oft in gemischten Linien vorschreiten. Aus diesem Grunde sehen wir selbst verhältnißmäßig größere losgeschnittene Stücke von flimmernden Häuten allmälig dem eingestellten Faden des Schraubenmikrometers und später sogar dem Gesichtsfelde des Mikroskopes entweichen. Deßhalb schwimmen kleinere Stücke lebhaft fort, drehen sich spiralig um ihre Are, tanzen in spiraligen oder anderen Bahnen herum und dgl. mehr. Aus dieser Ursache erfolgt die Rotation der Eier und Embryonen, der Jungen und selbst der Erwachsenen vieler niederen Thiere u. dgl. mehr. Es bedarf kaum der besondern Erwähnung, daß die Schnelligkeit aller dieser Bewegungen, sowohl der umge-

benden Flüssigkeit, als, wenn sie stattfindet, des flimmernden Theils selbst um so größer erscheint, je stärker die Mikroskopvergrößerung ist. Man sieht leicht, daß auch sie an und für sich sehr vielen Verschiedenheiten unterworfen ist. Purkinje und ich fanden, daß ein und dasselbe Kiemenstück durch seine eigene Flimmerbewegung in dem umgebenden Wasser in der ersten Minute um $^1/_{124}$‴, in der zweiten um $^1/_{41}$‴, in der dritten um $^1/_{58}$‴ von der Stelle rückte. Natürlicherweise geben diese Zahlen noch keinen Begriff, weil die Schwere und der Widerstand des Kiemenstücks als unberechnete Factoren von wesentlicher Bedeutung sind und die Frage insofern nur von praktischem Interesse ist, als es sich handelt, die Geschwindigkeit, mit welcher Theile längs einer flimmernden Haut hinströmen, zu finden. Um in dieser Beziehung einen ungefähren Begriff zu erhalten, wurde an den lebhaft flimmernden Kiemen von Anodonta eine bestimmte Entfernung mit dem Mikrometer abgemessen, hierauf in einer Reihe von Versuchen mittelst einer Secundenuhr durch einen Gehülfen die Zeit, während welcher immer eines der hellen Molecüle, welche stets in dem Schleime vorhanden sind, die gemessene Distanz den Flimmerhaaren so nahe als möglich durchlief. Es ergab sich als Mittel von zwei Beobachtungsreihen der Art, daß zur Fortbewegung dieser Molecüle in einer Entfernung von 1 Zoll Länge ungefähr 4 Minuten nöthig sind. Die Schwankungsgrenzen konnten als 2 bis 6 Minuten angenommen werden. Entfernter dahinströmende größere Molecüle hatten natürlich eine weit geringere Schnelligkeit. Ich kam hier im Mittel auf ungefähr 11 Minuten innerhalb der linearen Weite eines Pariser Zolles. Man sieht leicht ein, daß diese Angaben gleich denen von Weber gemachten ähnlichen Mittheilungen über die Geschwindigkeit des Blutlaufs in den Capillaren nur sehr vag und unbestimmt sind. Denn abgesehen von den Variationen der Geschwindigkeit selbst, bildet die Größe, die Schwere und dgl. der Molecüle selbst ein sehr wesentliches Moment. Auch ist die Schnelligkeit nach den Stellen eine sehr ungleiche. Denn wenn a Fig. XI. eine Abtheilung der Muschelkieme ist, so bezeichnet b c d die Bahn eines angezogenen und abgestoßenen Körperchens. In b wird die Geschwindigkeit, je mehr es sich dem Flimmerrande selbst nähert, um so mehr zunehmen, bei c ihr Maximum erreichen und in d im Verhältniß zur Entfernung abnehmen. Die wahre durch die Flimmerbewegung bedingte Schnelligkeit fände bei c statt. Die letztere wäre daher noch größer, als sich nach dem oben angegebenen geringsten Zeitwerthe berechnen ließe. Die Geschwindigkeit dagegen, mit welcher Schleim und andere organische Theile längs der flimmernden Haut hinströmen, dürfte mehr zwischen 4 Minuten und 11 Minuten das Mittel halten, also etwa zu 6 — 7 Minuten für 1 Zoll Länge ungefähr anzuschlagen sein.

Bei allen Flimmermembranen, welche nicht bloß von der Fläche und aus der Vogelperspective, sondern von einem, sei es von selbst sich darbietenden oder durch künstliche Umschlagung erzeugten Rande beobachtet werden, erscheint, während das Phänomen in Thätigkeit ist, längs des Randes und vor den palisadenartig stehenden Cylindern ein wallender flimmernder Streif, den man mit dem Namen des Flimmerrandes oder der Flimmersphäre (Crepido vibratoria) bezeichnet hat. Bei schwacher Vergrößerung, bei sehr feiner Haarbildung und lebhafter Bewegung, bei geringerer Uebung in der Erkenntniß der feineren Elemente des Flimmerepithelium erscheint er einförmiger. Bei durchfallendem Lichte des Mikroskops ist er einem hellen, dahinwallenden Lichtstreife ähnlich. Bei stärkeren Vergrößerungen mischen sich in sein Bild die Formen der Flimmerhaare um so eher, je langsamer

die Bewegung und je größer die Beſchattung iſt. Hierbei ſieht man dann entweder innerhalb des Flimmerſaumes die einzelnen Cilien mehr oder minder als Streifen durch, oder es erſcheinen unten ein rieſelnder heller Streif, dann die agitirenden Härchen und hierauf die Wellen des umgebenden Waſſers oder der erſte Theil fehlt, während die beiden anderen zum Vorſchein kommen. Der vorletzte Fall erklärt es, weßhalb bei Abbildungen, welche eine möglichſt getreue Darſtellung der in Thätigkeit begriffenen Flimmerbewegung und nicht der anatomiſchen, nach dem Stillſtehen gezeichneten Elemente geben ſollen, über den Epithelialcylindern ein heller Streif und dann erſt die Flimmerhaare angegeben wurden. Es erhellt aber aus dem Dargeſtellten von ſelbſt, daß dieſer ſogenannte Flimmerrand etwas Complicirtes und in ſeiner Breite oder Höhe nicht immer mit der Länge der Flimmerhaare identiſch iſt. Er bildet gewiſſermaßen, wenigſtens in einiger Beziehung den Ausdruck für den Thätigkeitsgrad des Flimmerphänomens. Seine Breite oder Höhe iſt nach den Thieren, den Theilen und den Thätigkeitsintenſitäten der Flimmerhäute ſehr verſchieden. Bei einer Reihe von Meſſungen, welche Purkinje und ich an Thieren aus den verſchiedenen Klaſſen, die in dem Innern des europäiſchen Continents friſch zu haben ſind, anſtellten, fanden wir 0,00012 P. Z. als Minimum und 0,0006 P. Z. als Maximum. Sehr kleine Werthe ergaben z. B. die Schleimhaut am Ende des Pharynx und die der Lungenhöhle von Emys europaea, die der Mundhöhle und des Kehlkopftheils der Feuerkröte, die des Fußrandes und die Darmſchleimhaut von Limnaeus stagnalis, die äußere Körperoberfläche von Paludina vivipara, ſehr große ergaben viele der Flimmerhäute der Natter, die der Euſtachiſchen Trompete des Froſches, die rotirenden Molluskenembryonen, der Darm der Muſcheln und dgl. mehr. Bei dem Menſchen, den Säugethieren und den Vögeln haben wir mehr Mittelwerthe des Flimmerrandes. Bei manchen Säugethieren, z. B. dem Meerſchweinchen, ſcheint er von dem Anfange der Luftröhre bis zu den Lungenbläschen an Größe zuzunehmen. Bei dem Menſchen beträgt er 0,0002 — 0,0004 P. Z.

So lange das Flimmerepithelium in ſeiner Integrität vorhanden iſt, dauert auch, ſo viel wir wiſſen, die Bewegung fort. Denn jede unter jenen Verhältniſſen unter das Mikroſkop gebrachte Flimmermembran zeigt die Bewegung, ſobald nur keine äußeren ſtörenden Einflüſſe einwirken und entweder die Flimmerhaare oder dieſe und die Flimmercylinder vernichten, oder wie z. B. die Kälte durch Erſtarrung, wenn ſelbſt noch jene beiden Elemente exiſtiren, hemmend auftreten. Dieſer Ausſpruch gilt aber nicht bloß für die Zeit, während welcher der Menſch oder das Thier lebt, ſondern auch für eine kürzere oder längere Periode nach dem Tode. Dieſe Eigenthümlichkeit, welche dem Flimmerphänomen eine ſo exceptionelle Stellung von den übrigen Bewegungsarten verleiht, verdankt ſie dem Umſtande, daß ſie nicht direct und unmittelbar von dem Blutgefäß- und dem Nervenſyſteme abhängt, daß ihre Thätigkeit nicht an die Integrität einer mehr oder minder ausgedehnten Flimmermembran, ſondern nur local an die jeder einzelnen Flimmerzelle gebunden iſt, und daß auch alle Agentien nur locale, ihren Applicationsſtellen entſprechende Wirkungen beſitzen.

1) Die Flimmerbewegung hängt nicht direct, gleich den musculöſen und contractilen Bewegungen des thieriſchen Körpers, von der fortwährenden Zuſtrömung neuen, vorzüglich arteriellen Bluts ab. Unterbinden wir die Bauchaorta, ſo tritt, trotz der Integrität der Nerven, lähmungsartige Schwäche der unteren oder hinteren Extremitäten ein. Mit Wiederherſtel-

lung der Zuströmung des Bluts hebt sich dieses Symptom wiederum. Eine flimmernde Membran dagegen wird in ihrer Thätigkeit durchaus nicht gestört, sobald wir den Blutfluß zu ihr momentan stören oder durch Isolation von den unter ihr liegenden Schichten aufheben. So lange ihre Theile vor Erstarrung, Vertrocknung und der Einwirkung chemisch zerstörender Kräfte geschützt sind, so lange dauert ihre Thätigkeit ungehindert fort. Die Muskelkraft erlischt, sobald nur venöses Blut zugeführt wird, und wird schwächer, sobald gemischtes Blut anhaltend zuströmt. Für die Flimmerbewegung erscheinen auch solche Modificationen gleichgültig.

2) Das Flimmerphänomen steht in gleicher Art in keiner directen Abhängigkeit von dem Nervensysteme. Hier ist der definitive Beweis etwas schwieriger zu führen. Daß die heftigsten narkotischen Gifte, wie Strychnin, Morphin, Blausäure und dgl., wenn ihre Lösungen keine chemisch zerstörenden Kräfte haben, die Flimmerbewegung nicht afficiren, kann nicht, wie Joh. Müller richtig bemerkte, als Beleg angeführt werden, weil jene Stoffe, wenn sie local auf den isolirten Nerven applicirt werden und nicht in den Kreislauf übergehen, auch in Betreff der Nerven- und Muskelreizbarkeit effectlos bleiben. Dagegen deuten schon die Umstände, daß losgelöste Flimmerhäute Stunden und Tage lang thätig sein, daß z. B. einige wenige Flimmerzellen des Menschen zwischen zwei Gasplatten wohl verschlossen 24 — 36 Stunden fortflimmern können, daß bei Schildkröten z. B. nur die Fäulnißauflösung die Wochen lang bestehende Flimmerbewegung stört, daß bei allen Thieren die Irritabilität des Flimmerphänomens die der Muskeln in ihrem zeitlichen Verharren nach dem Tode übertrifft, darauf hin, daß der Einfluß des Nervensystems entweder Null oder nur sehr entfernt ist. Noch beweisender ist folgender Versuch. Man schneide aus einem frisch getödteten Frosche Hirn und Rückenmark so sorgfältig als möglich heraus und überlasse ihn in heißen Sommertagen der Einwirkung der Luft. Durch die binnen wenigen Tagen eintretende fast vollständige Verdunstung des Wassers, welche seinen Körper durchdringt, durch das Fortgehen von Wasser und Kohlensäure und vielleicht auch von Ammoniak, welches in Folge seiner Fäulniß stattfindet, nimmt er an Volumen dergestalt ab, daß er fast einem starren, von Haut überzogenen Skelette gleicht. Daß unter diesen Verhältnissen von keinem directen Einflusse des Nervensystems mehr die Rede sein kann, versteht sich von selbst. War aber die Mundhöhle verschlossen und so vor dem Vertrockenen geschützt, so erhält sich auch die Flimmerbewegung in ihrer vollkommensten Integrität. Ja sie findet sich auch noch an Stellen, welche schon in Folge der Fäulniß erweicht zu werden beginnen. Ein schon aus dem Gesagten sich von selbst ergebendes Corollarium bilden endlich die Thatsachen, daß Reizung der Nervenstämme, welche in einer flimmernden Haut endigen, keinen wahrnehmbaren Einfluß auf das Phänomen hat und daß Durchschneidung derselben dieses, so weit die bisherigen Beobachtungen reichen, nie aufhebt, während die nach der gleichen Operation im Anfange bestehende Muskelreizbarkeit in gleichem Grade, als organische Veränderungen in dem untern Nervenstumpfe und den von ihm versorgten (quergestreiften) Muskelfasern eintreten, verringert wird und endlich aufhört.

Fassen wir aber die Verhältnisse scharf ins Auge, so läßt sich eine absolute Unabhängigkeit der Flimmerbewegung von Blutgefäß- und Nervensystem nicht definitiv beweisen. Die Thätigkeit der Flimmercilien steht in dieser Beziehung den selbstständigen Bildungs- und Entwicklungserscheinun-

gen der Gewebe und Gewebtheile bei der Ernährung [1]) durchaus parallel. Das Blut liefert nur die Ernährungsflüssigkeit. Aus ihr entnimmt jeder Gewebtheil die Stoffe, welche er nöthig hat und nach selbstständigen Gesetzen verarbeitet. Das Nervenfluidum liefert vielleicht, wie es wenigstens noch denkbar ist, überall ein allgemeines Agens, das nach Verschiedenheit der Gewebe, zu welchen es geleitet wird, verschieden verarbeitet wird und different zur Erscheinung kommt, ungefähr wie derselbe elektrische Strom hier mehr Licht, dort mehr Wärme, hier mehr Magnetismus, dort mehr chemische Zersetzung bedingt. Während wir bei den selbstständigen Ernährungserscheinungen eine in ihren allmähligen Uebergängen mehr insensible, nur in ihren größeren Resultaten übersichtliche Bewegung haben, zeigt uns die Flimmerbewegung neben ihrer Stoffbewegung eine bis auf den gleichen Grad unabhängige Bewegung von Formtheilen, der Cilien nämlich. Sie bedarf aber auch der Feuchtigkeit, welche meist von der Ernährungsflüssigkeit geliefert wird. Ja gehen wir von der Ansicht aus, daß je mehr ein Organ in Thätigkeit, in Kraftentwicklung begriffen ist, um so mehr verzehrt, um so mehr Ersatz an neuen Stoffen nöthig wird, so müßte gerade bei den Flimmermembranen eine sehr rege Ernährungsmetamorphose stattfinden. Nun lehren die anatomischen Verhältnisse, daß der morphologische Wechsel der Flimmerzellen keineswegs sehr bedeutend und z. B. geringer, als der der Oberhautzellen ist. Es muß daher jene Metamorphose nicht sowohl eine morphologische, als eine moleculare sein [2]), und es ließe sich z. B. hiernach erwarten, daß eine Flimmermembran mehr Kohlensäure und Wasser ausscheide, als eine nicht flimmernde Haut. Es ließe sich hieraus positiv schließen, daß eine Flimmerhaut mehr Ernährungsflüssigkeit verbrauchen muß, wenn nicht die lange Dauer des Phänomens nach dem Tode und an losgelö'sten Stücken einer solchen Schlußfolge bedeutende Schwierigkeiten entgegensetzte. In Betreff des Nervensystems sind aus Mangel an objectiver Kenntniß klare Vorstellungen noch unmöglich. Entweder sind die Bildungsverhältnisse der Gewebe bei dem Ernährungs- und Wachsthumsprozesse, wie die Flimmerbewegung, von dem Einflusse des Nervensystems total unabhängig und die Einflüsse des letzteren auf die ersteren würde nur durch den dem Blutgefäßsysteme gegebenen Impuls dadurch, daß eine andere Ernährungsflüssigkeit dargereicht wird, bedingt. Oder beide bedürften einer von dem Nervensysteme ausgehenden Ladung, welche bei den Wachsthumserscheinungen und der Flimmerbewegung sehr lange anhielte, ungefähr wie ein durch einen elektrischen Strom magnetisirtes Eisen seinen Magnetismus noch Tage und Wochen lang nach dem Aufhören des erstern in gewissen Fällen beibehalten kann. Obgleich unser Wissen hier noch durchaus lückenhaft ist, so lassen sich, wie sich bei genauer Betrachtung ergiebt, mehr Wahrscheinlichkeitsgründe für die erstere als die letztere Hypothese anführen.

3) Das Flimmerphänomen ist eine auf die einzelnen Flimmercylinder localisirte Erscheinung. Wie schon beiläufig mehrfach bemerkt wurde, erfordert es nicht die Integrität der ganzen Flimmermembran, daß das Phänomen verharre, sondern einzelne Theile derselben, ja eine vereinzelte Flimmerzelle kann isolirt ihre Thätigkeit ungestört fortsetzen, obgleich allerdings unter sonst gleichen Verhältnissen und bei Befeuchtung mit Wasser die Agitation der Härchen an Einem Cylinder meist früher, als an einer noch an ein-

---

[1]) S. d. Art.
[2]) S. d. Art. Ernährung.

ander gefügten Gruppe derſelben aufhört, weil wahrſcheinlich im erſtern Falle das früher oder ſpäter vernichtende Waſſer mehr allſeitig und energiſcher einwirkt. Da jedoch dieſes von zufälligen Nebenverhältniſſen abhängt, ſo ereignet es ſich auch nicht ſelten, daß wir unter einer größern Zahl von Fragmenten einer Flimmermembran größere Gruppen von Zellen, während kleinere noch fortſchwingen, ſchon ruhen ſehen. In einer und derſelben Zelle können ſchon einzelne Haare ſtill ſtehen, während ſich andere noch bewegen. Dagegen hat man bis jetzt noch nicht wahrgenommen, daß von ihren Cylindern losgelöſ'te Haare Bewegungserſcheinungen darboten — ein Umſtand, der, wenn er unbezweifelbar wäre, darauf hindeuten würde, daß der Bewegungsgrund nicht in dem Haare ſelbſt, ſondern in oder an dem Wurzeltheile deſſelben innerhalb der Flimmerzelle liegt. Dieſe ſpecielle Localiſation liefert auch einen definitiven factiſchen Beweis für die Anſicht, daß die Thätigkeiten der einzelnen Gewebtheile in ihrer Specialität von den allgemeineren Einwirkungen des Bluts und des Nervenfluidum unabhängig ſeien — eine Meinung, welche durch embryonale Entwicklung und die Ernährungserſcheinungen der Gewebe ihre Beſtätigung und Vervollſtändigung gefunden hat.

4) Dieſe dynamiſche und räumliche Unabhängigkeit des Flimmerphänomens bedingt endlich ſein langes zeitliches Beſtehen nach dem Tode. Da es durch das Aufhören des Kreislaufes und der Strömung des Nervenfluidum nicht direct afficirt wird, ſo kann es nach dem Stillſtehen des Lebens erſt dann ſeine Grenze finden, wenn phyſikaliſche Einwirkungen, wie z. B. Kälte oder chemiſche Agentien, z. B. Fäulnißflüſſigkeiten, daſſelbe ſtören. Daher wir es bei dem Menſchen und den Thieren, ſobald wir ſolche Einflüſſe abhalten, noch lange in ſeiner Integrität erhalten können. Welches in dieſer Beziehung das Maximum ſei, läßt ſich natürlicherweiſe nicht beſtimmen. Auch ſcheint die Empfindlichkeit eine ſehr verſchiedene zu ſein. Bei warmblütigen Thieren z. B. wirkt die Kälte ſehr mächtig ein. Bei Reptilien dagegen kann das Phänomen bis zu der durch Fäulniß bewirkten Zerfließung anhalten. Fiſche erſcheinen ſchon wieder empfindlicher und dgl. mehr. Bei Schildkröten ſahen z. B. Purkinje und ich das Phänomen in der Mundſchleimhaut noch 9, in der Luftröhre und in den Lungen 13, in der Speiſeröhre 15 Tage nach dem Tode, während der Herzſchlag 1½, die Reizbarkeit der willkürlichen wie der unwillkürlichen Muskeln 7 Tage nach der Enthauptung anhielt. Bei Fröſchen bleibt unter günſtigen Verhältniſſen die Flimmerbewegung 4 — 5 Tage nach der Enthirnung im Sommer ſichtbar. Bei dem Menſchen und den Säugethieren dürfte ſie ſich ſelbſt unter Anwendung von Vorſichtsmaßregeln kaum je länger als 2 Tage, in dem bei weitem meiſten Fällen eine viel kürzere Zeit erhalten. Nur das ſo verſteckt gelegene Flimmerepithelium des Ependyma des centralen Nervenſyſtems bildet in dieſer Beziehung eine Ausnahme. Das beſte, in dieſer Hinſicht bis jetzt bekannte Conſervationsmittel iſt das Aufbewahren in Blut vorzüglich deſſelben Thiers. Hierdurch wird bei dem Menſchen und den Thieren ſelbſt die Einwirkung der Kälte wenigſtens theilweiſe paralyſirt.

Mit Ausnahme der Effecte niederer Wärmegrade bleiben die Einwirkungen der phyſikaliſchen Agentien auf die Flimmerbewegung, ſo lange ſie ſich nicht mit chemiſchen Kräften verknüpfen, faſt vollkommen Null. Mechaniſche Erſchütterung hat auf die lebhafte Flimmerbewegung keinen ſehr merklichen Einfluß, verſtärkt ſie aber, wenn ſie ſchwächer iſt, auf eine merkliche Weiſe — eine Sache, die man, wenn das Phänomen ſchwächer zu werden

beginnt, sieht, die aber von Sharpey in Abrede gestellt wird. Ohne Störung geht sie unter schwächerem wie unter stärkerem Luftdrucke vor sich, gleichwie aus leicht begreiflichen Gründen auch die Capillarcirculation des Bluts nach den Beobachtungen von Poiseuille unter einem Drucke von mehren Atmosphären keine wesentliche Störung erleidet. Das Flimmerphänomen verbleibt ohne Unterschied der Lichtintensität, im Sonnenlichte, im Schatten und im Dunkeln in gleicher Art. Höhere Temperaturgrade, welche auf das Flimmerepithelium zerstörend wirken, heben natürlicherweise auch die Bewegung auf. Bei ganz hoher Wärme vertrocknet und verkohlt endlich das Epithelium. Bei Temperaturen, welche sich denen des kochenden Wassers nähern, fallen die Haare ab, die Cylinder trennen sich von einander und gerathen in die umgebende Flüssigkeit. Nächst niedere Wärmegrade werden um so schwerer ertragen, je längere Zeit die Flimmermembran von ihnen afficirt wird. Purkinje und ich fanden z. B., daß Flimmerhäute der Säugethiere und der Vögel ohne Störung des Phänomens momentan in Wasser von 81° C getaucht werden konnten, während eine längere Einwirkung zerstörend wirkte. Kiemenstücke von Unio konnten ohne Nachtheil ½ — 2 Minuten in Wasser von 44 — 41° C. gehalten werden. Während auf diese Art die Flimmerhäute kaltblütiger Thiere gegen höhere Wärmegrade minder empfindlich erscheinen, ist es auffallend, wie leicht das Flimmerphänomen der warmblütigen Geschöpfe durch niedere Temperatur afficirt wird. Purkinje und ich fanden schon, daß die einer Temperatur von 6° C. ausgesetzte Luftröhre eines Kaninchens ihr Flimmerphänomen verloren hatte. Man kann leicht an Stücken von Hausthieren, die man vom Schlachthofe kommen läßt, die Erfahrung machen, daß sie, während sie im Sommer vor Vertrocknung geschützt, noch einige Stunden nach dem Tode lebhaft flimmern, im Winter das Phänomen innerhalb einer Stunde nach dem Lebensende nicht mehr darbieten, ja bei strenger Kälte daſſelbe schon während des kurzen Transportes vom Schlachthofe nach dem Untersuchungslocale verlieren. Dieser Umstand wird noch um so auffallender, als nach den Erfahrungen von Purkinje und mir ein im Winterschlafe begriffener Igel ungestörte Flimmerbewegung darbietet. Daß die Kälte kein absolutes Hinderniß sei, lehrt die Thatsache, daß, während die Bewegung bei warmblütigen Geschöpfen zwischen 6 — 12° C in der Regel aufhört, vor Kälte erstarrte Frösche und eingefrorene oder im Schnee aufbewahrte Muscheln das Phänomen ungestört bewahren. Ist die Kälteerstarrung eingetreten, so stehen die Cilien zuerst steif wie die Pallisaden neben einander. Später treten die gewöhnlichen Zerstörungsphänomene, vorzüglich das Abfallen der Haare und das Heraustreten der Kerne ein. Ein vor Kälte erstarrtes Flimmerepithelium kann in der Regel durch Wiedererwärmung nur nicht wieder zum Leben gebracht werden. Die gewöhnliche Elektricität bleibt, wie sich wegen des geringen Einflusses des Nervensystems theoretisch erwarten läßt, ohne Erfolg. Purkinje und ich leiteten mit Hülfe einer Leidener Flasche starke elektrische Schläge durch eine Muschel, ohne daß ihre Flimmerbewegung im geringsten verändert wurde. Der Galvanismus hat nur insofern Effect, als er mit thermischen und elektrolytischen Wirkungen verknüpft ist. Appliciren wir die Elektroden einer 10 bis 20paarigen Voltaischen Säule an eine Flimmerhaut, so finden wir nur da, wo chemische Zersetzung eintritt (also zunächst an den Applicationsstellen und in deren Nachbarschaft) oder wohin sich die zersetzte Flüssigkeit verbreitet und corrodirend wirkt, Stillstand der Flimmerbewegung, während die unverletzten

Härchen der Cylinder benachbarter Punkte ungehindert fortschwingen. Eine allgemeinere Wirkung kommt nie zum Vorschein. Da nur die elektrolytische (und die thermische) Kraft entscheidet, so sind auch hier im Allgemeinen directe Ströme schädlicher, als inducirte. Der magnetische Strom (sobald kein elektrischer mit ihm verbunden ist) hat hier, wie bei den meisten übrigen Phänomenen des thierischen Körpers gar keine Wirkung.

Aus dem schon Angeführten ergiebt sich von selbst, daß alle Körper, welche irgend chemisch in die Constitution der Flimmerbewegung eingreifen, das Phänomen, so weit die einzelnen Flimmerzellen von dem Reagens ergriffen werden, zerstören, daß aber keinem einzigen Körper mit irgend einem Rechte eine Actio in distans in dieser Beziehung zugeschrieben werden kann. Nur die concentrirten Lösungen von Blausäure, die übersättigten Solutionen von Aloë- und Belladonnaextract, von Catechu, Moschus, Mimosenschleim, die Lösungen des essigsauren Morphins, den Wasserauszug des Opiums, die Solutionen von Salicin und Strychnin, so wie die Abkochung von Capsicum novum fanden Purkinje und ich ohne allen augenblicklich hemmenden Einfluß auf die Flimmerbewegung. Eine übersättigte Lösung von Chlorbaryum hob die Bewegung erst nach 20 Minuten auf. Bei anderen Stoffen von energischerem Einflusse steht die Größe der Zeit, innerhalb welcher der Stillstand des Phänomens erfolgt, aus leicht begreiflichen Gründen in umgekehrtem Verhältnisse zu dem Concentrationsgrade. In 100000facher Wasserverdünnung wirkte keiner der von uns geprüften Körper. Essigsäure, kaustisches Ammoniak und Chlorspießglanz hemmten noch in 10000facher, Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure, Grünspanlösung, Solution von salpetersaurem Silberoxyd, Brechweinstein in 1000facher, Benzoesäure, Kleesäure, Holzessigsäure, verdünnte Schwefelsäure der preußischen Pharmacopoe, Schwefeläther, schwefelsaures Eisenoxyd, doppelt kohlensaures Kali, Jodkalium, weinsaures Kali, schwefelsaures Zink und Zucker in 100facher, und Alkohol, Kalialaun, Chlorammonium, Kalkwasser, Chlorbaryum, schwefelsaure Lösung von schwefelsaurem Chinin, Kirschlorbeerwasser, Bromkalium, Cyankalium, einfach schwefelsaures Kali, Mixtura camphorata, Chlornatrium, empyreumatisches Oel, essigsaures Bleioxyd in 10facher Wasserverdünnung nach kürzerer oder längerer Zeit. Kreosotwasser und Lösungen von schwefelsaurem Chinin und salzsaurem Veratrin, so wie der Aufguß von Radix pyrethri zeigten sich früher oder später nur in ganz concentrirtem Zustande wirksam [1]). Wenn Sharpey [2]) fand, daß Blausäure und Lösung von salzsaurem Morphin die Bewegung aufhoben, so dürfte dieses in fremdartigen Beimischungen dieser Reagentien oder chemischen Zersetzungen vielleicht seinen Grund gehabt haben. Mit Recht bemerkt auch dieser Beobachter, daß das Flimmerphänomen der Kiemen der Froschlarven in destillirtem, in ausgekochtem Wasser, in solchem, welches mit Kohlensäure gesättigt ist, ungestört fortdauert. Daß Blut der Wirbelthiere das beste Erhaltungsmittel der Flimmerbewegung der gleichartigen Geschöpfe sei, ist schon früher erwähnt worden. Auf die Flimmerbewegung der Muscheln wirkte es nach unseren früheren Erfahrungen vernichtend. Doch habe ich seit jener Zeit mehrfache Ausnahmen beobachtet. Die hemmende Wirkung der Galle dürfte vorzüglich durch ihr Alkali bedingt werden.

Ist die Flimmerbewegung einmal vollständig durch Eintrocknen, Kälte,

[1]) S. das Nähere in unserer Schrift de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii p. 74 — 76.

[2]) Todd Cyclopaedia Tom. I. p. 634.

chemiſche Reagentien zur Ruhe gebracht worden, ſo gelingt es nicht, dieſelbe wieder zu erregen. Beginnende Erſtarrung kann durch Wärme und mechaniſche Erſchütterung hin und wieder entfernt werden. Wenn bisweilen ſcheinbar eingetrocknete Theile noch flimmern, ſo rührt dieſes davon her, daß eine durch die Bewegung vor dem Austrocknen mehr bewahrte Flüſſigkeitsſchicht an der Flimmerfläche übrig geblieben iſt.

Wie die Urſache, ſo iſt uns auch der Zweck des Flimmerphänomens noch gänzlich unbekannt. Das Nächſte wäre, ihm einen mechaniſchen Nutzen zuzuſchreiben. Die Bewegung der Härchen erzeugt eine Strömung in der umgebenden Flüſſigkeit, und kann ſo flüſſige und feſte Körper vorwärts treiben. Die Richtung der Strömung iſt auch, wenigſtens in einzelnen nicht ſeltenen Fällen, mehr oder minder dadurch beſtimmbar, daß man kleine Molecüle von Dinte, Indigo u. dgl. durch ſie forttreiben läßt. Purkinje und ich fanden ſie in den Endtheilen des Fußes und dem Darme der Muſcheln von vorn nach hinten, in den Seitentheilen der Kiemen derſelben von außen nach innen, in den Kiemen der Froſchlarven von innen nach außen, in den Athmungsorganen der Henne von außen nach innen und umgekehrt in dem Eileiter deſſelben Thiers. Sharpey, welcher ſich häufiger mit der Unterſuchung der Richtung der Bewegung beſchäftigte, fand ſie an den unteren Muſchelbeinen des Kaninchens nach vorn, in der Kieferhöhle gegen deren Ausmündung hin, in der Luftröhre eines jungen Hundes nach oben, in der Mundhöhle und dem Pharynx der Fröſche und an der Haut des Embryo derſelben von vorn nach hinten, an den Kiemen der Froſchlarven von außen nach innen u. dgl. Müller und Retzius beſtimmten bei Branchiostoma lubricum die Direction der Bewegung in der Kiemenhöhle nnd dem Verdauungscanale von vorn nach hinten. Ob ſolche Richtungen allgemein und conſtant ſind, wie ſich aus der Beſtimmung der einen Seite der Haare als Flexions-, der andern als Extenſionsſeite vermuthen läßt, oder nicht, iſt noch nicht durch definitive Unterſuchung mit Sicherheit feſtgeſtellt. An den Nebenkiemen der Muſcheln ſahen Purkinje und ich ein Phänomen, welches ich ſpäter noch mehrfach auch an den Kiemen dieſer Thiere wahrgenommen habe. Nachdem eine Reihe von Haaren eine Zeit lang gleichförmig und in einer beſtimmten Richtung geſchwungen, wendet ſie ſich plötzlich, mit einem Ruck und ebenfalls gleichförmig, gleich einer ſchwenkenden Colonne Soldaten, nach der entgegengeſetzten Richtung, ſchwingt nun nach dieſer Direction und kehrt nicht ſelten durch einen neuen, ähnlichen, gleichförmigen, aber entgegengeſetzten Ruck zur alten Schwingungsrichtung wieder zurück. In der Regel hat die Colonne vorn und hinten ſcharfe Grenzen, während dicht neben dieſen befindliche Haare mehr ſelbſtſtändig ungeſtört fortſchwingen. Abſtrahiren wir nun von ſolchen Fällen, welche wahrſcheinlich auch bei anderen thieriſchen Theilen nicht ſo gar ſelten vorkommen dürften, und ſetzen wenigſtens für eine beſtimmte Zeit eine Conſtanz der Strömungsrichtung voraus, ſo liegt die Vorſtellung, daß die Flimmerbewegung als Beförderungsmittel der Secrete diene, ſehr nahe. So ſtellte man ſich vor, daß ſie Naſenſchleim gegen die äußere Naſenmündung, Thränen gegen die Naſenhöhle, Luftröhrenſchleim gegen den Kehlkopf, Samen gegen den Eierſtock hin u. dgl. fortführe. Eine beſtimmtere Stütze dieſer Anſicht bilden die eileiterloſen Salmonen und Knorpelfiſche, welche dafür an dem Bauchfelle mit Flimmerhaaren beſetzt ſind, obgleich dieſe ſo zart erſcheinen, daß ſie Mühe haben dürften, die Geſchlechtscontenta zu befördern. So wahrſcheinlich aber auch dieſe Annahmen ſind, ſo beſtimmt läßt ſich behaupten, daß dieſes unmöglich

die einzige oder ſelbſt nur die vorzüglichſte Beſtimmung der Flimmerbewegung ſei. Denn es exiſtirt einerſeits an vielen Stellen, wo ſich gar kein Nutzen einer ſolchen Fortbewegung des Secrets klar einſehen läßt, wie z. B. in dem vollkommen geſchloſſenen Herzbeutel der Fröſche, ein Flimmerepithelium, während anderſeits Organe, die im Innern flimmern, wie z. B. der Eileiter und die Gebärmutter, zugleich mit ſolcher Muskelkraft verſehen ſind, daß ſie dadurch ohne Anſtrengung energiſchere und raſchere Effecte, als durch die Flimmerbewegung hervorbringen können. An anderen Stellen endlich, wie z. B. in der Cloake der Fröſche, wiſſen wir gar nicht genau, was durch das Flimmerphänomen fortgeſchafft werden ſoll, da die großen Kothmaſſen für eine geringe Kraft erdrückend ſind. Eine andere, durch die Forſchungen der neuern Zeit etwas mehr in den Hintergrund getretene Anſicht ging ebenfalls aus der Grundanſchauung, daß die mechaniſchen Effecte der Flimmerbewegung die Hauptſache ſeien, hervor. Da nämlich flimmernde Häute eine fortwährende Strömung im Waſſer erregen, z. B. Waſſermolecüle unaufhörlich anziehen und abſtoßen, mithin eine fortwährende Erneuerung dieſes Medium bewirken, ſo ſah man die Flimmerbewegung als ein Reſpirationsorgan an und ging, jedoch wahrſcheinlich mit Unrecht, ſo weit, flimmernde Häute niederer Thiere bloß deshalb, weil ſie das Phänomen zeigten, als Athmungsorgane anzuſprechen. Die Beobachtung der Flimmerepithelien der Wirbelthiere ſtellte ſolche Anſichten wieder mehr in den Hintergrund. Denn es ſchien nach ihnen erforderlich, daß überhaupt die Kiemen der im Waſſer lebenden Thiere flimmerten. Die Athmungsorgane der Fiſche, der Cephalopoden u. dgl. bildeten aber ſchroffe Ausnahmen. Allein gerade in dieſem Punkte dürften die neueſten anatomiſchen Erfahrungen eher bekräftigend, als widerlegend auftreten. Wir haben oben geſehen, daß die bleibenden Kiemen der Knochen- und der Knorpelfiſche (mit der einzigen Ausnahme der von Branchioſtoma) nie flimmern, während die tranſitoriſchen Kiemen der Batrachier und die bleibenden der Perennibranchiaten das Phänomen darbieten. Bisher glaubte man, daß in den Fiſchkiemen in jeder Kiemenzotte nur einfachere Capillarbildungen, entweder bloße Umbiegung von Arterien in Venen oder dieſe und dazwiſchen liegende lare und weitmaſchige Capillaren, etwa wie in den Darmzotten, vorkommen. Nach den von C. Vogt an Forellen und anderen Knochenfiſchen auf der hieſigen Anatomie angeſtellten Injectionen aber befindet ſich zwiſchen den mehr ſeitlich dahinlaufenden Arterien- und Venenſtämmchen ein ſehr reichlicher, in Form und Reichthum der Gefäße und Kleinheit der Maſchenräume der Capillaren den Lungen vollkommen gleiches Gefäßnetz, welches vorzugsweiſe an den Runzeln und in den Fältchen des Kiemenblättchens liegt. In den tranſitoriſchen Kiemen der ſchwanzloſen und geſchwänzten Batrachier, ſo wie in den bleibenden der Perennibranchiaten dagegen iſt das intermediäre Gefäßnetz weit einfacher und ganz ſo, wie oben angedeutet wurde, beſchaffen. Eine gleiche Größe athmender Fläche enthält daher bei den Knochenfiſchen weit mehr Blut, als bei den Batrachierlarven und den Perennibranchiaten. Da nun bei allen dieſen Thieren das Athmungsbedürfniß und vorzüglich die Nothwendigkeit der Sauerſtoffzuführung gering iſt, ſo oxydirt ſich bei den Knochenfiſchen ſchon Blut genug, wenn die größere Blutquantität der Kiemen nur überhaupt mit dem Waſſer in mittelbaren Contact kommt. Stets neue Zufuhr deſſelben durch Flimmerbewegung an der Oberfläche würde zu vielen Verbrauch des Körpers und der Speiſen nach ſich ziehen und eine ſtärkere Ernährung und ein bedeutenderes Wachsthum, das hier oft ſo groß iſt und ſo lange anhält, hindern.

Umgekehrt bedürfen die Batrachierlarven und die Perennibranchiaten des Hilfsmittels der Flimmerbewegung, damit das wenige Blut, welches in ihren Kiemen kreiſet, vollſtändig mit Sauerſtoff geſättigt werde. Auf dieſe Weiſe wäre eine Compenſation denkbar. Gehen wir in dieſe Hypotheſe ein, ſo würde die Flimmerbewegung der Schleimhaut der Naſenhöhle, der Luftröhre, der Lungen ebenfalls einen anhaltenden Luftſtrom längs der Oberfläche dieſer Flimmerhäute erregen und ſo ſtets neue reſpirable Luft zu- und ausgeathmete abführen. Der ganze Proceß würde ſo gleichſam in ſeiner Molecularthätigkeit reger, gleichwie ein Thier, welches ſich innerhalb eines Luftzuges befindet, etwas mehr, als ein einfach in einer Glasglocke eingeſperrtes Thier athmet. Allein abgeſehen davon, daß auch dieſe Vorſtellung noch ſehr des thatſächlichen Beweiſes bedarf, reicht auch ſie nicht aus, uns klare, ſpecielle Vorſtellungen z. B. über die Flimmerbewegung des Ependyma, des Herzbeutels zu geben. Denn behaupten, daß ſie den Stoffwechſel an der Oberfläche befördere, hieße nur Unwiſſenheit durch Worte bemänteln wollen und hätte auch, wie ſchon früher angeführt wurde, die Conſervation der Maſſe eines losgelöſ'ten Stückes Flimmermembran trotz der anhaltenden Flimmerbewegung als erhebliche Gegnerin. Wir müſſen daher frei geſtehen, das uns das functionelle Princip, für welches die Flimmerbewegung überall geſchaffen iſt, noch gänzlich entgeht, daß wir vielmehr nur einzelne Nebenthätigkeiten dieſes Vorgangs zu errathen im Stande ſind, daß aber auch die Annahme, die Natur habe die Flimmerbewegung nur zu verſchiedenen bald mechaniſchen, bald chemiſchen, bald gemiſchten Zwecken und ohne ideelles Einheitsprincip hingeſtellt, ebenfalls ſehr wenig Wahrſcheinliches hat.

Wichtigſte Literatur.

Die hiſtoriſche Zuſammenſtellung derſelben bis zum Jahre 1834 gaben Purkinje und ich in: de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis, tum internis animalium plurimorum et superiorum et inferiorum ordinum obvio. Commentatio physiologica. Vratislaviae. 1835. 4. Zu dieſer Ueberſicht iſt noch nachzutragen: Hales Statik des Geblüts. 1748. 4. S. 92. Gleichen auserleſene mikroſkopiſche Entdeckungen. 1777. 4. S. 61. Grant: Proceedings of the zoological Society of London. 1833. 8. Part. 1. p. 8. Joh. Müller in Burdach's Phyſiologie. Leipzig 1832. Th. IV. S. 434. — Joh. Müller's Archiv 1835. S. 128 — 130. — R. Wagner Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1834. 35. S. 598 u. 606. — Sharpey in London and Edingburgh new philosophical Journal. April 1835. 1 — 16. Annales des sciences naturelles. Juin 1835. p. 347 u. Todd Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. 1836. 8. Vol. I. p. 606 — 638. — Th. v. Siebold in der mediciniſchen Zeitung des preußiſchen Vereins für Heilkunde. 1836. Nro. 28. S. 139. — Jones in the Dublin Journal of medical and chemical science. Nro. XXI. p. 198. — Grant Umriſſe der vergleichenden Anatomie. S. 153. — G. R. Treviranus Pflanzenphyſiologie. 1835. 8. Bd. 1. S. 116. — R. Wagner in den Münchener gelehrten Anzeigen 1835. 4. S. 209. — Henle in Müller's Archiv 1835. S. 576. 580. 596 und Carus ebendaſelbſt S. 494. — Mayer in Froriep's Notizen Nro. 1024. S. 179 und Nro. 1028 S. 247. — Derſelbe Supplemente zur Lehre vom Kreislaufe. Bonn 1836. 4. — Repertorium

für Anatomie und Physiologie Bd. I. S. 153—159. — Bd. II. S. 206. — Bd. III. S. 70. S. 261 und S. 309. — Bd. IV. S. 62. — Bd. V. S. 78 — und Bd. VI. S. 204., wo die neueren Untersuchungen, von Mayer, Henle, R. Wagner, Ehrenberg, Sharpey, Milne Edwards, Siebold, Donné, Remak, Dutrochet, Pappenheim, Stannius und Anderen citatweise angeführt sind. Vergleiche noch die allgemeinen Anatomien von Gerber, Köstlin, Krause, Bruns, Henle, und die Physiologien von Joh. Müller, Carus, Flögel und R. Wagner. Koelliker Beiträge zur Kenntniß der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere nebst einem Versuche über das Wesen und die Bedeutung der sogenannten Samenthiere. Berlin 1841. 8. — Remak in Müller's Archiv 1841. S. 446 — 450. — Joh. Müller mikroskopische Untersuchungen über den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum Costa, Amphioxus lanceolatus Yarrell. Berlin 1841. 8.

G. Valentin.

Galle.

Die Galle ist eine thierische Flüssigkeit von sehr merkwürdiger Natur, sowohl in Betracht ihres allgemeinen Vorkommens im ganzen Thierreiche, als auch in Betracht ihrer eigenthümlichen Bildungsweise und der Veränderlichkeit ihrer Bestandtheile. Sie findet sich bei allen Thierklassen, und da wo man sie nicht angesammelt fand, hat man wenigstens Gefäße entdeckt, welche sie aller Wahrscheinlichkeit nach secerniren. Die Galle wird in der Leber gebildet, und bei ihrer Secretion findet der eigenthümliche Umstand statt, daß eine Vene, die Pfortader, in die Leber eintritt, sich darin wie eine Arterie verzweigt und gemeinschaftlich mit der Arteria hepatica zur Absonderung der Galle beiträgt. Indessen hat man in seltenen Fällen beobachtet, daß die Pfortader an der Leber vorbeiging und die Gallenabsonderung von der Arteria hepatica allein bestritten wurde; jedoch findet man dabei nicht bemerkt, ob die bloß aus arteriellem Blut gebildete Galle von der gewöhnlichen verschieden gewesen ist.

Bei einem großen Theil der Thiere sammelt sich die in der Leber bereitete Galle in einem eigenen Behälter, der sogenannten Gallenblase, an, aus dem sie während des Verdauungsprocesses entleert wird; bei anderen Thieren dagegen, besonders pflanzenfressenden Säugethieren, bei denen ein ununterbrochener Verdauungsproceß unterhalten wird, fehlt recht oft dieser Behälter, und es wird die Galle in dem Maße als sie sich bildet, in den Darmkanal entleert. Indessen ist dies keine allgemeine Regel. Die Gallenblase findet sich z. B. bei dem Genus Bos, fehlt aber bei dem Genus Equus, Cervus u. a., und in demselben Genus können gewisse Species eine Gallenblase haben, während sie den übrigen mangelt.

Die chemische Natur der Galle konnte man natürlicherweise nur bei

denjenigen Thieren ſtudiren, welche mit einer Gallenblaſe verſehen ſind, und unter allen Arten von Galle war vorzugsweiſe die Ochſengalle Gegenſtand von Unterſuchungen, und von allen iſt ſie am beſten gekannt. Die hier folgende allgemeine Beſchreibung bezieht ſich auf die Verhältniſſe, welche ſich bei der Ochſengalle zeigen.

Aus der Gallenblaſe eines kurz zuvor geſchlachteten Thiers friſch entleert, iſt die Galle eine ſchleimige, fadenziehende Flüſſigkeit von einem eigenen ſchwachen, aber widrigen Geruch und von ſehr bitterem Geſchmack. Ihre Farbe iſt gelb mit einem ſchwachen Stich ins Braune. Zuweilen iſt ſie grünlich, und ſie wird an der Luft allmälig immer mehr grün, zuletzt bis ſchmutzig dunkelgrün. Die grüne iſt jedoch nicht die urſprüngliche Farbe der Galle, ſondern die gelbe. Wenn die Galle bei der Gelbſucht reſorbirt wird, ſo färbt ſich die Haut und das Weiße im Auge gelb, und wenn bei todten Thieren die Gallenblaſe nahe liegende Theile gefärbt hat, ſo ſind dieſe ebenfalls gelb. Das ſpecifiſche Gewicht der Galle liegt zwiſchen 1,02 und 1,03. Thénard giebt es zu 1,026 an. Sie ſtellt die blaue Farbe eines ſchwach gerötheten Lackmuspapiers wieder her, ſchäumt beim Schütteln wie Seifenwaſſer, und gerinnt nicht beim Erhitzen bis zum Sieden.

Die Galle iſt ſchon frühe der Gegenſtand vieler und weitläufiger chemiſcher Unterſuchungen geweſen, die, mehr als es bei einer andern thieriſchen Flüſſigkeit der Fall war, zu widerſprechenden Reſultaten geführt haben. Von älteren Phyſiologen wurde ſie als eine Flüſſigkeit von ſeifenartiger Natur betrachtet, auf den Grund ihrer Eigenſchaft wie Seife zu ſchäumen und mit Säuren eine weiche harzähnliche Materie abzuſetzen, während ein Theil der angewandten Säure in der gefällten Flüſſigkeit mit Natron verbunden blieb. Dieſe Anſicht war die herrſchende während der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, und wurde noch ferner durch Fourcroy [1]) unterſtützt, welcher im Jahre 1800 eine gemeinſchaftlich von ihm und Vauquelin angeſtellte Analyſe der Galle herausgab.

Einige Jahre ſpäter wurden analytiſche Unterſuchungen über die Galle ungefähr gleichzeitig von mir [2]) und von Thénard [3]) angeſtellt. Ich hatte gefunden, daß Eſſigſäure, nachdem ſie aus der Galle eine Materie ausgefällt hat, die man bis dahin für Albumin gehalten hatte, von der ich aber fand, daß ſie aufgelöſ'ter Schleim der Gallenblaſe war, in keinem Grade der Concentration aus der Galle eine harzähnliche Materie ausſcheiden kann, daß dies aber durch Schwefelſäure und durch Salzſäure geſchieht, daß der Niederſchlag Lackmus röthet, und daß er, je nach der angewandten Säure, mit Baſen und kohlenſaurem Baryt oder kohlenſaurem Bleioxyd digerirt, an das Waſſer einen bitter ſchmeckenden Körper abgiebt, welcher die Eigenſchaften der Galle hat und aus dieſer Löſung wieder durch Säuren gefällt wird. Ich zog hieraus den Schluß, daß die Galle eine eigene, aus den albuminöſen Beſtandtheilen des Bluts gebildete Subſtanz enthalte, welche noch die Eigenſchaft der letztern behalten habe, mit Säuren Verbindungen zu bilden, welche mit einem Ueberſchuß von Säure in Waſſer unlöslich ſeien. Dieſe Subſtanz nannte ich Gallenſtoff. Die Galle fand ich zuſammengeſetzt aus:

---

[1]) Deſſen Système des connaissances chimiques. IV. 401.
[2]) Föreläsningar i Djurkemien, II. p. 248. Stockholm 1808.
[3]) Mémoires d'Arcueil. I. 23 u. 46.

Waſſer	90,44
Gallenſtoff	8,00
Gallenblaſenſchleim	0,30
Alkali, mit Gallenſtoff verbunden geweſen	0,41
Chlornatrium, milchſaures Alkali, Extractivſtoffe	0,74
Phosphorſaures Natron, phosphorſaurer Kalk	0,11
	100,00

Thénard hatte ſeine Unterſuchungen nach einer ganz andern Methode angeſtellt. Er hatte die Galle mit einer gemiſchten Löſung von neutralem und von baſiſchem eſſigſauren Bleioxyd gefällt und dadurch einen pflaſterähnlichen Niederſchlag und in der Auflöſung eine Subſtanz erhalten, die von dem Bleiſalz nicht gefällt wurde. Dieſe letztere Subſtanz ſchied er ab; er nannte ſie Pikromel. Der pflaſterähnliche Niederſchlag, mittelſt verdünnter Salpeterſäure vom Bleioxyd befreit, war ein grüner, harzähnlicher Körper, den er Gallenharz nannte. Er war unlöslich in Waſſer; daß er in der Galle gelöſ't vorkam, ſuchte er daraus zu erklären, daß er in einem gewiſſen Grade in Pikromel löslich ſei. Thénard richtete noch ſeine beſondere Aufmerkſamkeit auf den Farbeſtoff der Galle, den er zwar nicht aus derſelben abſcheiden konnte, den er aber in Gallenſteinen, worin er vorkam, ſtudirte; er zeigte, daß er aus ſeiner Auflöſung in Alkali von Säuren in grünen Flocken gefällt werde. Thénard fand die Galle zuſammengeſetzt aus:

Waſſer	87,56
Gallenharz	3,00
Pikromel	7,54
Gelbem Farbeſtoff	0,50
Natron	0,50
Phosphorſaurem Natron	0,25
Chlornatrium	0,40
Schwefelſaurem Natron	0,10
Phosphorſaurem Kalk	0,15
Eiſenoxyd	Spuren.
	100,00

Den Waſſergehalt fand er zuweilen größer. Das Gewicht des Farbeſtoffs war nur approximativ beſtimmt, auch war er in veränderlicher Menge vorhanden. Thénard's Anſichten von der Zuſammenſetzung der Galle wurden nun die herrſchenden, und die Richtigkeit der Theilungsweiſe, welche die Galle durch Anwendung des Bleiſalzes erlitt, wurde von mehren Chemikern beſtätigt.

1826 machte Leopold Gmelin eine neue und ausführliche Unterſuchung der Galle bekannt [1]). Er beſtätigte die Richtigkeit der früheren Reſultate, wie ſie ſowohl von Thénard als von mir angegeben waren, gab aber den Vorzug denen, welche durch die Analyſe der Galle mit eſſigſaurem Bleioxyd erhalten werden. Von der Subſtanz, die ich Gallenſtoff genannt hatte, wies er nach, daß ſie, nachdem man daraus die Säure durch kohlenſauren Baryt oder kohlenſaures Bleioxyd abgeſchieden hat, noch Baryt-

[1]) Die Verdauung, von Tiedemann und Gmelin. I. 63—72.

erde oder Bleioxyd enthält, und nichts anderes ist, als wiedergebildete Galle, worin das Natron durch die Erde oder das Oxyd ersetzt ist. Von Thénard's Gallenharz und Pikromel fand er, daß sie noch gemengte Producte seien. Aus dem letztern schied er eine süßlich bittere Materie ab, die er Gallenzucker nannte und die er in Form einer körnig krystallinischen Masse darstellte. In dem Gallenharz fand er, außer einer wirklich harzähnlichen Substanz und Gallenzucker, einen krystallisirbaren Körper, den er anfangs Gallenasparagin, später aber Taurin nannte; ferner fand er eine krystallisirende Säure, die den Namen Cholsäure bekam. Außerdem gab er folgende Bestandtheile der Galle an: Farbestoff, dessen merkwürdige Reaction mit Salpetersäure er entdeckte, Albumin, Gliadin, Caseïn, Ptyalin, Osmazom oder Fleischextract, Cholesterin, Chlornatrium, zweifach-kohlensaures, essigsaures, ölsaures, talgsaures, cholsaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron (mit etwas Kali), phosphorsauren Kalk, Schleim und etwas nicht verseiftes Fett. Gmelin betrachtete den Gallenstoff als ein Gemenge von Gallenzucker, Gallenharz, Taurin, Cholsäure, fetten Säuren, Albumin und Cholesterin, wodurch die Analyse mit Schwefelsäure scheinbar so einfach wird. — Andere Chemiker, welche seine Versuche wiederholten, fanden die meisten dieser von ihm aus der Galle ausgezogenen Substanzen. In Betreff einiger weniger wesentlichen darunter, wie z. B. Gliadin, Caseïn, Ptyalin, zeigte es sich, daß sie nicht diesen Namen entsprachen und daß einige davon nur Producte der Veränderung des Gallenschleims durch das Kochen mit Wasser oder wasserhaltigem Alkohol waren. Albumin hat man in der Galle nicht gefunden. Was Gmelin essigsaures Natron nannte, war eigentlich milchsaures, worin zu jener Zeit mehre Chemiker Essigsäure annahmen, und das Natron-Bicarbonat wird von dem mit dem nicht sauren Bestandtheil der Galle verbundenen Natron und der Kohlensäure der Luft gebildet.

Mit Bezug auf diese Untersuchung hielt ich es für wahrscheinlich [1]), daß die Zusammensetzung der Galle einfacher sein möchte, als es nach Gmelin's Analyse den Anschein hatte, daß ihr wesentlicher Bestandtheil eine große Neigung habe in mehre andere Körper zu zerfallen, und daß viele der von Gmelin entdeckten Substanzen nur Producte der zur Analyse angewandten Reagentien sein möchten.

Diese Vermuthung fand später ihre Bestätigung durch Versuche von Demarçay [2]), welcher zeigte, daß von Schleim befreite Galle, mit einer gewissen Menge Schwefelsäure, oder besser Salzsäure, vermischt und bei gelinder Wärme digerirt, nach und nach eine mit dem Gallenharz von Thénard vollkommen identische Substanz abscheidet. Er fand, daß sie ein saurer Körper war und nannte sie Choleïnsäure. In der Säure bleibt dabei Taurin und ein Ammoniaksalz der angewandten Säure aufgelöst. Wird die Choleïnsäure von neuem mit Salzsäure behandelt, so giebt sie noch mehr Ammoniak und Taurin, und wird in eine andere, ebenfalls harzähnliche Säure verwandelt, die er Choloidinsäure nannte. Dagegen fand er, daß von Schleim befreite Galle, wenn sie lange Zeit, d. h. mehre Tage lang hintereinander, mit kaustischem Kali gekocht wird, Ammoniak entwickelt und in der Flüssigkeit dann nur cholsaures Kali, gemengt mit überschüssigem Kali, hinterläßt. Aus diesen Versuchen zog er den Schluß, daß Taurin und Chol-

[1]) Lehrbuch der Chemie, übersetzt von Wöhler. 1831. IV. 173.
[2]) Annalen der Pharmacie, von J. Liebig und F. Wöhler. XXVII. 279.

säure Producte der Metamorphose seien, gleich wie die Choloidinsäure; die Choleinsäure aber betrachtete er als den natürlichen, primitiven bittern Bestandtheil der Galle, und erklärte, auf den Grund hiervon, die ältere Meinung, daß die Galle eine Verbindung von Natron mit einer harzartigen Säure (der Choleinsäure) enthalte, für die einzige richtige. Da er aus Pikromel oder Gallenzucker Choleinsäure erhielt, so erklärte er, daß dies nichts anderes als dieselbe Säure gewesen sei. Die von Demarçay dargestellten Producte sind theils von ihm selbst, theils von Dumas analysirt worden.

Die Choleinsäure fand Demarçay zusammengesetzt aus: Kohlenstoff 63,41, Wasserstoff 8,82, Stickstoff 3,22 und Sauerstoff 24,22 = C_{41} H_{66} N_2 O_{12}, was durch eine Analyse von Dumas in: Kohlenstoff 63,5, Wasserstoff 9,3, Stickstoff 3,3, Sauerstoff 23,9 = C_{42} H_{72} N_2 O_{12} abgeändert wurde.

Die Choloidinsäure besteht nach Dumas aus: Kohlenstoff 73,3, Wasserstoff 9,7, Sauerstoff 17,0 = C_{38} H_{60} O_7.

Das Taurin besteht, nach Beiden, aus: Kohlenstoff 19,26, Wasserstoff 5,66, Stickstoff 11,19, Sauerstoff 63,89 = C_4 H_{14} N_2 O_{10}.

Die Cholsäure besteht nach Dumas aus: Kohlenstoff 68,5, Wasserstoff 9,7, Sauerstoff 21,8, = C_{42} H_{72} O_{10}.

Diese Angaben veranlaßten mich eine neue Analyse der Galle vorzunehmen [1]), deren Resultate ich nun in der Kürze mittheilen will. Nach dieser Untersuchung enthält die Galle als wesentlichsten und größten Bestandtheil einen eigenthümlichen, in Wasser leicht löslichen, bitter schmeckenden Körper, welcher eine ungewöhnlich große Neigung hat, unter gewissen Umständen metamorphosirt zu werden, unter Erzeugung von Taurin, Ammoniak und zwei harzähnlichen Säuren, welche sich mit dem unzerstörten Theil davon zu einem sauren Körper vereinigen, der mit Basen Verbindungen eingeht, ohne daß jener eigenthümliche Stoff davon ausgeschieden wird. Diesen Stoff nenne ich Bilin. Er macht die Hauptmasse von Thénard's Pikromel und Gmelin's Gallenzucker aus, dessen körnige Krystallisation von eingemengten Salzen herrührte.

Das Bilin krystallisirt nicht, im reinen Zustande trocknet es zu einer durchsichtigen, farblosen Masse ein. Gewöhnlich bekommt man es gelblich, was jedoch von einer fremden gefärbten Einmengung herrührt. An einer warmen Stelle stehen gelassen, zerspringt es nach allen Richtungen, und bis zu 120° C erhitzt, verliert es Wasser unter Aufblähen und verwandelt sich in eine weiße, poröse, leicht pulverisirbare Masse. In feuchter Luft nimmt es leicht das verlorne Wasser wieder auf, geht dabei zusammen und wird allmälig wieder durchsichtig. Es hat keinen Geruch; wird aber eine concentrirte Lösung davon in der Wärme abgedampft, so riecht es wie gekochter Leim. Es schmeckt scharf bitter, hinterläßt aber auf dem hintern Theil der Zunge einen süßlichen, lakrizartigen Nachgeschmack. Dieser süßliche Nachgeschmack ist nicht immer gleich. Vielleicht ist er dem Bilin eigenthümlich, indessen kann er auch von einer andern, dem Bilin fremden Materie, nämlich von Glycerin herrühren. Die Galle enthält nämlich ölsaures, margarinsaures und stearinsaures Natron, also saponificirtes Fett, und ist das von diesem abgeschiedene Glycerin in der Galle enthalten, so muß es bei dem Bilin bleiben, aus dem es durch die zur Isolirung des Bilins ange-

[1]) Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar 1841. p. 1.

wandten Methoden nicht abgeschieden werden kann. Das Bilin enthält Stickstoff und giebt bei der trocknen Destillation Ammoniak. Es läßt sich an der Luft entzünden und verbrennt mit klarer, rußender Flamme und Hinterlassung einer poröſen Kohle. In Wasser und in wasserfreiem Alkohol ist es nach allen Verhältnissen löslich, in Aether ist es unlöslich. Es reagirt weder alkalisch noch sauer, bildet aber sowohl mit Säuren als mit Basen leicht lösliche Verbindungen. Die letzteren werden durch die Kohlensäure der Luft zersetzt. Seine Verbindung mit Alkali kann durch eine concentrirte Lösung sowohl von kaustischem als von kohlensaurem Alkali vollkommen ausgefällt werden. Dieser Umstand kann benutzt werden, um es von den in der Galle aufgelöſ'ten Salzen zu befreien, die dabei in der Flüssigkeit zurückbleiben und durch wiederholte Ausfällungen vollkommen abgeschieden werden können.

Das Bilin hat eine große Neigung Metamorphosen zu erleiden. Seine Lösung in Wasser kann nicht in der Wärme verdunstet werden, ohne daß es eine geringe Veränderung erleidet; es fängt dabei an eine schwache Reaction auf freie Säure zu zeigen. Mineralsäuren und der in der Galle aufgelöſ'te Schleim beschleunigen in der Wärme sehr bedeutend diese Veränderung. Durch die Einwirkung der Säuren entstehen in diesem Falle die Producte, wie sie von Demarçay angegeben worden sind. Das Bilin wird in zwei harzähnliche Säuren und in Taurin und Ammoniak verwandelt. Diese Säuren, die in ihren äußeren Eigenschaften große Aehnlichkeit mit einander haben, habe ich Fellinsäure und Cholinsäure genannt. In Wasser sind sie wenig oder nicht löslich; von Alkohol werden sie nach allen Verhältnissen gelöſ't; in Aether ist die Fellinsäure sehr löslich, die Cholinsäure nur wenig löslich. Mit den Alkalien, Erden und Metalloxyden bilden sie eigenthümliche Salze, von denen die mit den Alkalien in Wasser und Alkohol leicht löslich sind, den bittren Geschmack der Galle haben, in Auflösung wie Seife schäumen, und nach dem Verdunsten in Form von extractähnlichen Massen zurückbleiben. Die Erd- und Metallsalze sind in Wasser unlöslich oder sehr schwer löslich. Zur Trennung dieser Säuren wendet man am besten den Umstand an, daß der fellinsaure Baryt in Alkohol leicht löslich, der cholinsaure Baryt aber darin fast unlöslich ist. Indem diese Säuren bei der Metamorphose des Bilins entstehen, vereinigen sie sich mit einer Portion Bilin in der Art, daß das Bilin dann in ihre Salze mit übergeht. Diese saueren Verbindungen nenne ich Bilifellinsäure und Bilicholinsäure. Sie sind in Wasser löslich, werden aber daraus gefällt, wenn eine gewisse Menge einer Mineralsäure zugemischt wird; gießt man diese ab und mischt reines Wasser hinzu, so lösen sie sich wieder auf. Aether zieht daraus eine gewisse Menge Fellinsäure aus. Wird die rückständige, an Bilin reichere Masse in Wasser gelöſ't und mit Bleioxyd übersättigt, so bildet sich basisches bilifellinsaures und bilicholinsaures Bleioxyd, die sich in Gestalt einer pflasterähnlichen Masse abscheiden, während der Ueberschuß von Bilin frei in der Flüssigkeit bleibt. Dasselbe findet statt, wenn die Lösung in einem gewissen Verhältniß mit Schwefelsäure vermischt wird. Die Bilifellinsäure fällt dann nieder und das Bilin bleibt mit der überschüssigen Schwefelsäure aufgelöſ't, von der es mittelst der kohlensauren Salze von Bleioxyd, Kalk oder Baryterde befreit wird. Die neutralen Verbindungen der Bilifellinsäure und der Bilicholinsäure mit Salzbasen sind in Wasser und Alkohol löslich und haben den bittern Geschmack der Galle. Ihre Auflösung in Wasser schäumt beim Schütteln.

Das Gemenge dieser beiden bilinhaltigen Säuren macht Demarçay's Choleinsäure und die Hauptmasse in Thénard's Gallenharz aus.

Werden diese Säuren eine Zeit lang mit Salzsäure gekocht, so gehen sie in eine indifferente isomerische Modification über, unlöslich in Wasser und wenig löslich in Alkohol, selbst in der Siedhitze, aus welchem letztern sie sich in Gestalt einer weißen, pulverförmigen Substanz absetzen, die mit Salzbasen nicht verbindbar und in Kalihydrat nicht löslich ist. Ich habe sie Dyslysin genannt. Sie lassen sich aber in ihren frühern Zustand zurückführen, wenn sie mit einer Auflösung von Kalihydrat in Alkohol behandelt werden. Bei der Analyse der Galle erhält man sie zuweilen in einem andern indifferenten Zustand; sie sind dann leicht löslich in Alkohol, lassen sich aber nicht mit Alkali vereinigen, so lange dieses in Wasser gelöst ist, sondern nur dann, wenn man sie mit in Alkohol gelöstem Kalihydrat so lange digerirt, bis der meiste Alkohol verdunstet ist. Bilin im reinen Zustande wird nur unbedeutend beim Kochen mit Kalihydrat verändert; ich vermochte nicht dasselbe auf diese Weise in Cholsäure zu verwandeln.

Ein anderer, nicht minder merkwürdiger Bestandtheil der Galle ist die Substanz, welche ihr die bräunlich gelbe Farbe ertheilt und deren Reaction mit Salpetersäure so characteristisch ist. Wird eine Flüssigkeit, worin sich diese Substanz aufgelöst befindet, mit Salpetersäure in allmälig zugesetzten Antheilen vermischt, so nimmt die Flüssigkeit zuerst eine blauliche Farbe an, dann wird sie grün, hierauf violett, roth und zuletzt gelb oder gelbbraun. Diese Reaction kann in der Galle hervorgebracht werden, allein bei ihrer Analyse läßt sich keine besondere Substanz abscheiden, welche diese Reaction giebt, da der Körper bei den analytischen Processen metamorphosirt wird. Gleichwohl findet man ihn zuweilen in Gestalt eines gelben Pulvers in der Galle aufgeschlämmt, oder er hat sich in der Gallenblase angesammelt und hat eine Concretion oder einen sogenannten Gallenstein gebildet, der dann mit Salpetersäure die erwähnte specifische Reaction hervorbringt. Hierdurch war es möglich, die Eigenschaften dieser Substanz in isolirter Form kennen zu lernen. Ich schlage dafür den Namen Cholepyrrhin vor.

Dasselbe ist ein in den meisten Flüssigkeiten wenig löslicher Körper von schön rothgelber Farbe, die besonders beim Zerreiben zum Vorschein kommt. Es ist geschmack- und geruchlos; es enthält Stickstoff in seiner Zusammensetzung und giebt bei der trockenen Destillation Ammoniak. Wasser wird dadurch blaßgelb gefärbt, indem es höchst wenig davon auflöst; Alkohol löst etwas mehr, jedoch immer nur sehr unbedeutend. Am besten löst es sich in einer Lauge von kaustischem Kali oder Natron; Ammoniak wirkt wenig darauf. In dieser Auflösung absorbirt es Sauerstoff aus der Luft, wobei die gelbe Flüssigkeit allmälig grün wird. Von Säuren wird es aus dieser Lösung, gleichviel ob sie noch gelb oder schon grün war, in grünen Flocken gefällt, welche alle Eigenschaften vom Blattgrün oder Chlorophyll haben. Ich habe es in diesem Zustand Biliverdin genannt. Es ist nun kein Cholepyrrhin mehr, sondern ein Veränderungs-Product davon. Natürlicherweise ist das Biliverdin nicht das einzige Product dieser Metamorphose; aber die übrigen sind noch nicht bekannt. In der Galle wird es im Entstehungszustand in dem alkalischen Bilinkali aufgelöst, und wird es in größerer Menge abgesondert, als dem Lösungsvermögen der Galle entspricht, so wird diese dadurch trübe und es sammelt sich zuletzt zu einer einzigen Masse an, unterscheidbar von aus anderen Materien gebildeten Gallensteinen durch die schöne rothgelbe Farbe, die es beim Zerreiben annimmt. Wenn Galle all-

mälig grün wird, ſo beruht dies auf der Metamorphoſe des Cholepyrrhins und der Bildung von Biliverdin. Dieſe Metamorphoſe geht zuweilen ſchon in dem thieriſchen Körper vor ſich, und bei gewiſſen Thieren iſt die Galle ſtets grün, wenn ſie aus der Gallenblaſe entleert wird.

Der Schleim iſt ein dritter Beſtandtheil der Galle, welcher in phyſiologiſcher Hinſicht beſondere Aufmerkſamkeit verdient. Er wird wahrſcheinlich erſt nach der Abſonderung der Galle derſelben aus den Gallengängen und der Gallenblaſe beigemiſcht. Ein Theil des Schleims iſt in der Galle nur aufgequollen enthalten, erfüllt ſie aber ſo ganz, daß ſie fadenziehend fließt, und daß der obere Theil eines ſolchen Fadens, der ſich im Fließen getrennt hat, ſich auf ſich zurückzieht. Dieſer Theil des Schleims kann jedoch durch Seihen abgeſchieden werden und bleibt auf dem Seihtuch zurück. Die geſeihete Galle fließt nicht mehr fadenziehend, enthält aber eine Portion Schleim aufgelöſ't, der auf zweierlei Weiſe abzuſcheiden iſt. Wird die Galle mit einem gleichen Volumen Alkohol von 0,84 vermiſcht, ſo ſcheidet ſich der Schleim aus und kann abfiltrirt werden, ohne daß ſonſt die Zuſammenſetzung der Galle geſtört wird. Auch kann man den Schleim mittelſt einiger Tropfen einer freien Säure, ſelbſt Eſſigſäure, ausfällen; allein dann ſättigt die Säure zuerſt das Alkali im Bilinkali und fällt dann den Schleim in einer unlöslichen Verbindung mit der Säure, aus der er nachher durch eine genau getroffene Menge kohlenſauren Alkali's mit ſeinen Eigenſchaften als Schleim wieder hergeſtellt werden kann. Die Gegenwart deſſelben in der Galle veranlaßt eine beſtändig fortfahrende Metamorphoſe, die faſt ganz gehemmt wird, ſobald der Schleim mittelſt Alkohols abgeſchieden iſt. Die Farbe der Galle wird dunkler und immer grüner, ſie nimmt einen ſtärkeren und widrigeren Geruch an, beginnt weiße Dämpfe an einem darüber gehaltenen, mit Salzſäure benetzten Glasſtab zu geben, riecht nachher deutlich ammoniakaliſch, und wird ſie jetzt mit einer Säure vermiſcht, ſo erhält man einen pflaſterähnlichen, in reinem Waſſer unlöslichen Niederſchlag, und es bleibt wenig oder kein freies Bilin in der gefällten Flüſſigkeit, die dagegen Taurin und Ammoniakſalze aufgelöſ't enthält. — Auch wenn friſche, aber ſchleimhaltige Galle zur Extract-Conſiſtenz abgedampft wird, fährt darin die Metamorphoſe des Bilins fort. Eine ſolche Galle enthält, nach meinen Verſuchen, ſelten freies Bilin; es treten darin, außer Taurin und Ammoniak, Cholſäure und Bilicholſäure, Bilifellin- und Bilicholinſäure, und zwei neue harzartige Säuren auf, die ich unter dem Namen Fellanſäure und Cholanſäure beſchrieben habe. Im Allgemeinen iſt die Cholſäure der reichlichſte unter ihren Beſtandtheilen.

Dieſe drei Körper, Bilin, Cholepyrrhin und Schleim, halte ich für die in phyſiologiſcher Hinſicht merkwürdigſten Beſtandtheile der Galle. Uebrigens habe ich darin, nach Abſcheidung des Biliverdins, noch einen andern, gelben färbenden Stoff gefunden, den ich Bilifulvin genannt habe. Er iſt ein Doppelſalz von Kalk und Natron mit einer organiſchen ſtickſtoffhaltigen Säure, der ich den Namen Bilifulvinſäure gegeben habe. In iſolirtem Zuſtande iſt ſie ſowohl in Waſſer als in Alkohol unlöslich, und ſcheidet ſich in blaßgelben Flocken ab, wenn ſie aus der Auflöſung des Salzes in Waſſer durch eine ſtärkere Säure gefällt wird. Ob übrigens jenes Salz urſprünglich ein Beſtandtheil der Galle oder ein Product der Metamorphoſe iſt, läßt ſich nicht entſcheiden.

Als übrige Beſtandtheile der Galle habe ich gefunden:

Extractähnliche Stoffe, löslich theils in waſſerhaltigem Alkohol und in

Waſſer, theils nur in Waſſer; identiſch, ſo viel ſich aus ihren allgemeinen Eigenſchaften beurtheilen läßt, mit den entſprechenden Materien im Blut, jedoch von dunklerer gelber Farbe, herrührend von Bilifulvin, von dem ſie wohl ſchwerlich vollſtändig zu befreien ſind;

Choleſterin, welches ſich am beſten zeigt, wenn ſchleimfreie Galle einige Stunden lang mit einer Zumiſchung von etwas verdünnter Schwefelſäure digerirt wird, wobei das Choleſterin, in dem Maße als das Bilin zerſtört wird, ſich auf die Oberfläche der Flüſſigkeit erhebt und nach dem Erkalten abgenommen werden kann;

ölſaures, margarinſaures und ſtearinſaures Natron, nebſt etwas unverſeiftem Fett, woraus ich kein Serolin abzuſcheiden vermochte;

Chlornatrium, ſchwefelſaures, phosphorſaures und milchſaures Natron, und phosphorſauren Kalk.

Es geht aus dem Angeführten hervor, daß die ältere Vergleichung der Galle mit einer Seifenlöſung nicht ganz unrichtig iſt, inſofern darin wirklich eine kleine Menge Seife aufgelöſ't iſt. Im übrigen aber iſt es nicht möglich, mit voller Sicherheit zu entſcheiden, wie eigentlich die Galle in ihrem urſprünglichen Zuſtand zuſammengeſetzt iſt. Auch iſt es nicht möglich, eine zuverläſſige Angabe in Betreff der relativen Menge der Beſtandtheile zu geben, da ſie ſich während der Analyſe beſtändig verändert. Zudem hat man keine ſcharfen Scheidungsmethoden. Die oben mitgetheilten quantitativen Analyſen ſind nur als Approximationen zu betrachten, woraus man mit Wahrſcheinlichkeit ſchließen kann, daß Galle und Blut, wenigſtens beim Ochſen, Flüſſigkeiten von ziemlich gleicher Concentration ſind.

Bei meinen Verſuchen verlor filtrirte Ochſengalle, zur Trockne verdunſtet und den Rückſtand ſo lange bei 130° C. getrocknet, als er noch an Gewicht abnahm, 92,838 Procent ihres Gewichts an Waſſer und hinterließ 7,162 Procent feſter Stoffe. Der Schleim, der aus einer Portion derſelben Galle durch Fällung mit Alkohol erhalten war, betrug nach dem Trocknen 0,231 eines Procents vom Gewicht der filtrirten Galle, und hinterließ nach dem Verbrennen und Einäſchern 0,026 eines Procents vom Gewicht der Galle an phosphorſaurem Kalk (Knochenerde), ohne eingemengten freien oder kohlenſauren Kalk. Aus dem trocknen Rückſtand der Galle zog Aether Choleſterin aus, welches jedoch nicht mehr als 0,0001 vom Gewicht der Galle ausmachte. Der in Alkohol unlösliche Theil vom Rückſtand der Galle, die extractähnliche Materie mit ſchwefelſaurem und phosphorſaurem Alkali betrug 0,4334 eines Procents vom Gewicht der Galle. Nimmt man an, daß Chlornatrium, milchſaures Natron und die in Alkohol löslichen Extractivſtoffe 1½ Procent betragen haben, was vielleicht zu hoch angeſchlagen iſt, ſo bleiben für Bilin und Cholepyrrhin, von denen jedoch das letztere nur in ſehr geringer Menge vorhanden iſt, 5 Procent vom Gewicht der Galle.

Gehen wir nun mit unſeren Betrachtungen über die Galle auf das unzuverläſſige Gebiet der Vermuthungen über, ſo kann man es ſich als wahrſcheinlich denken, daß die Galle in dem Augenblick, wo ſie zuerſt abgeſondert wird, Bilin und Cholepyrrhin, ohne eines von deren Veränderungsproducten enthalte, die erſt allmälig darin durch den katalytiſchen Einfluß des Gewebes der Gefäße und des Schleims aufzutreten anfangen. Bei vollkommen geſundem Zuſtande geht die Metamorphoſe in dem Körper ſelbſt nicht weit, weil die Galle nur ſehr kurze Zeit zurückgehalten wird, allein ſie fährt nach der Entleerung fort und die Galle iſt in einer beſtändig fortſchreitenden Ver-

änderung begriffen, unter Bildung von Taurin, Bilifellin- und Bilicholinsäure, Biliverdin u. s. w., wenigstens so lange der Schleim nicht abgeschieden ist. Aus diesem Grunde kann frische Galle von einem gesunden Ochsen in jedem beliebigen Verhältniß mit Schwefelsäure, die mit ihrem drei bis vierfachen Gewicht Wassers verdünnt ist, vermischt werden, ohne daß innerhalb 24 Stunden etwas anderes als der aufgelöst'te Schleim gefällt wird. Man sieht hieraus, daß die frische Galle so wenig Bilifellin- und Bilicholinsäure enthält, daß sie in der sauren Flüssigkeit aufgelöst bleiben können. Dagegen giebt frische Galle stets einen, wiewohl nicht sehr bedeutenden Niederschlag mit basischem essigsauren Bleioxyd, der wohl zum Theil von anderen Materien gebildet wird, der aber durch seine Eigenschaft, zu einer pflasterähnlichen Masse zusammenzukleben, einen Gehalt an basischem bilifellinsaurem Bleioxyd zu erkennen giebt, woraus also folgen muß, daß die Metamorphose bereits vor der Entleerung der Galle aus der Blase begonnen habe. So weit bis jetzt analytische Untersuchungen über die Galle verschiedener Thierarten vorliegen, hat man Grund anzunehmen, daß die des Menschen und der Säugethiere von ziemlich gleicher Beschaffenheit mit der Ochsengalle sei. Thénard giebt zwar von der Schweinegalle an, daß sie kein Pikromel enthalte, sondern nur Gallenharz, was mit anderen Worten heißt, daß sie kein freies Bilin enthalte, sondern nur Bilifellin- und Bilicholinsäure. Es ist wohl möglich, daß bei gewissen Thieren die Metamorphose in der Gallenblase weiter vorgeschritten sei als bei anderen; aber noch wahrscheinlicher ist es, daß die von Thénard untersuchte Galle bereits diesen Grad von Veränderung erlitten hatte, ehe die Untersuchung damit vorgenommen wurde. Gmelin fand in der Hundegalle bedeutend weniger Bilifellinsäure als in der Ochsengalle, d. h. die Metamorphose war darin weniger weit vorgeschritten.

Die Galle der Vögel fand Gmelin schon in der Gallenblase grün, und zwar in verschiedenen Abstufungen eines schönen Grüns. Sie war eine verdünntere Lösung, als die der Säugethiere; allein so weit sich aus seinen Untersuchungen der Gänse- und der Hühnergalle schließen läßt, hat sie dieselbe Zusammensetzung wie die der Säugethiere.

Die Galle der Fische zeigte bei Gmelin's Untersuchungen wesentliche Verschiedenheiten von der der Säugethiere. Die Galle verschiedener Cyprinus-Arten (leuciscus, barbus, alburnus) hinterließ einen verworren krystallisirten Rückstand, worin Gmelin einen neuen krystallisirten Körper entdeckte, der hier das Bilin vertritt. Dieser Körper verdient einen besondern Namen, er könnte Ichthyocholin genannt werden. Es ist farblos, hat einen anfänglich süßlichen, hintennach aber äußerst bittern Geschmack, krystallisirt leicht, ist in Wasser und Alkohol leicht löslich, in Aether unlöslich, und scheint weniger Stickstoff als das Bilin zu enthalten, da es bei der trocknen Destillation nur geringe Anzeigen davon giebt. Wie das Bilin wird es aus Wasser durch einen starken Zusatz von kaustischem oder kohlensaurem Kali gefällt; aber es wird auch durch freie Säuren gefällt, wiewohl es durch einen größeren Zusatz wieder aufgelöst, durch Verdünnung wieder gefällt wird. Aus seiner Lösung in Wasser wird es außerdem durch Bleiessig, sowie durch Zinn-, Quecksilber- und Silbersalze gefällt, daher es mit Basen verbindbar zu sein scheint. Gmelin fand in der Asche der Fischgalle schwefelsaures Natron und schwefelsauren Kalk, nebst etwas phosphorsaurem Kalk, aber kein freies Alkali, auf welches auch nicht die frische Galle reagirte. Sie ist concentrirter als die der Säugethiere; er bekam 14,3 bis 19,3 Pro-

cent Rückstand beim Eintrocknen der Fischgalle. Galle von Esox lucius und Salmo fario hinterließ einen Rückstand, der nicht krystallisirte. Es ist wahrscheinlich, daß derselbe sowohl Bilin als Ichthyocholin enthielt, welches letztere durch den Bilingehalt zu krystallisiren verhindert wurde.

Die Galle der Amphibien ist wenig untersucht. Durch Reactionsversuche hat Gmelin nachgewiesen, daß die Galle von Coluber natrix und Rana temporaria Cholepyrrhin enthält. Ich habe die Galle von Python bivittatus analysirt, die Bilin enthielt, aber keine Bilifellinsäure, Ichthyocholin und Cholepyrrhin nebst den übrigen gewöhnlichen Bestandtheilen thierischer Flüssigkeiten. Das Ichthyocholin tritt also schon bei den Amphibien auf.

Die physiologische Bestimmung der Galle ist keineswegs leicht einzusehen. Nach älteren Versuchen und Ansichten glaubte man, sie mische sich in dem Duodenum dem Chymus bei, um darin eine Fällung zu bewirken, in der Art, daß das Gefällte die Faeces bilde und ausgeleert würde, das Ungefällte aber den Chylus ausmache, der absorbirt würde. Allein diese einfache chemische Ansicht hat durch spätere, genauer angestellte Untersuchungen keine Bestätigung erhalten. Man suchte nun die entgegengesetzte Ansicht geltend zu machen, daß nämlich die Galle nur eine Excretion sei, die für den Verdauungsproceß keine weitere Bestimmung habe. Man verglich bei den verschiedenen Thierarten die Leber mit den Respirationsorganen, und schloß aus dieser Vergleichung, daß die erstere um so mehr ausgebildet sei, je kleiner die letzteren sind, und daß die hier in den Lungen in geringerem Maße stattfindende Ausscheidung von Kohlenstoff aus dem Blute durch eine reichlichere, kohlenhaltige Excretion, durch die Galle ersetzt werde. Mehre Physiologen haben versucht, an lebenden Thieren den gemeinschaftlichen Gallengang von der Leber und der Gallenblase zu unterbinden. Brodie [1]) glaubte durch solche Versuche an Katzen gefunden zu haben, daß ohne Galle kein Chylus gebildet würde; allein der Chylificationsproceß kann leicht gestört werden durch viel geringere Einflüsse, als die Aufschneidung des Leibes und die Unterbindung des Gallenganges. Tiedemann und Gmelin stellten ähnliche Versuche an Hunden an, und fanden in den Contentis des Dünndarms keine andre wesentliche Verschiedenheit von ihrer normalen Beschaffenheit, als daß die Bestandtheile der Galle fehlten. Ich habe an mir selbst eine Erfahrung gemacht, die mit diesem letztern Resultat wohl übereinstimmt. In einem Alter von 18 Jahren wurde ich von einer Gelbsucht befallen, die kein anderes Leiden mit sich führte, als einen dumpfen Druck in der regio hepatis, und kaum Krankheit genannt werden konnte. Die Excremente gingen weiß ab und nach Verlauf einer Woche fing die Haut an, überall gelb zu werden, wodurch sich die Krankheit zuerst zu erkennen gab und die Anwendung von Mitteln veranlaßt wurde, welche nach dem zwölften Tag die Krankheit hoben. Während dieser ganzen Zeit mangelte nicht die Eßlust, und ich setzte meine gewöhnlichen Beschäftigungen in und außer dem Hause fort, ohne das geringste Zeichen von Mattigkeit oder von Kräfteverlust, die sich doch als nothwendige Folge gezeigt haben müßten, wäre in diesen zwölf Tagen der Chylificationsproceß unterbrochen gewesen.

Zieht man dagegen den Umstand in Betracht, daß bei den meisten Thieren die Galle in den Anfang des Darmkanals ausgeleert und hier mit den aus dem Magen kommenden Nahrungsstoffen vermischt wird, und daß

[1]) Journal of the Royal Institution of Great Britain. XIX. 341.

bei den Thieren mit Gallenblase sich die Entleerung derselben nur auf die Zeit der Verdauung beschränkt, so kann man, bei der Ueberzeugung, welche das Studium der Physiologie uns giebt und beständig mehr befestigt, daß in dem wunderbaren Bau des thierischen Körpers nichts ohne seinen wohlberechneten Zweck da ist, mit voller Sicherheit annehmen, daß die Galle, wenn sie auch für die Chylification keine conditio sine qua non ist, doch von wesentlichem Einfluß auf die Vollkommenheit ihres Verlaufes sein müsse.

Daß die Galle außerdem ein Excernendum sei, ersieht man daraus, daß die Excremente der Thiere nicht allein Producte der Metamorphose der Galle enthalten, sondern auch noch unzerstörte Galle, welche nicht bis zur vollständigen Metamorphosirung gelangt ist.

Endlich verdient noch die, unter dem Namen Bilis bubula spissata als Arzneimittel angewandte eingedampfte Galle erwähnt zu werden. Es ist schon oben bemerkt, daß sie Galle von weit vorgeschrittener Metamorphose enthält. Man könnte diese Veränderung bedeutend verhindern, wenn man vor der Abdampfung den Schleim, durch Vermischung mit einem gleichen Volumen Alkohol von 0,84, aus der Galle ausfällte, dieselbe filtrirte, den Alkohol wieder abdestillirte und die Galle dann im Wasserbade so weit abdampfte, daß sie nach dem Erkalten hart würde. Sie kann dann lange ohne Veränderung aufbewahrt werden.

J. J. Berzelius.

Galvanismus.

(In seiner Einwirkung auf den thierischen Körper.)

Jede elektrische Strömung, ihre Ursache sei welche sie wolle, ruft, indem sieden Organismus durchsetzt, gewisse, vorzüglich die Energien des Nervensystems betreffende Wirkungen hervor. Diese Effecte, welche ihrer Natur nach überall analog sind, richten sich rücksichtlich ihres Grades und ihrer Ausdehnung auf die einzelnen Theile des Organismus, theils nach der Quantität, theils nach der Intensität des elektrischen Stromes, theils nach der eigenthümlichen Sensibilitätsscala des einzelnen thierischen oder menschlichen Individuum. Nach den gegenwärtigen physikalischen Kenntnissen finden wir für die elektrischen Phänomene der Reibung, der Wärme, des Magnetismus, des sogenannten Contactes und der chemischen Zersetzung nur eine und dieselbe elektrische Grundlage, obgleich sich die speciellen Erscheinungen nach den verschiedenen Elektricitätsursachen oft mehr oder minder verschieden darstellen. Vorzüglich stehen in dieser Beziehung die Reibungselektricität auf der einen, die Thermo-, die Magnet- und die Contactelektricität auf der andern Seite. Das Gleiche zeigt sich auch bei den Wirkungen dieser verschiedenen Elektricitätserregungen auf den thierischen Organismus, sei es, weil die Oscillationen des elektrischen Fluidum andere sind, oder weil die nebenbei existirenden Erregungsursachen auf die Beschaffenheit oder wenigstens

die Wirkungen des elektrischen Stromes, eben so verändernd wirken, wie z. B. unter den Ponderabilien der Zusatz eines einfachen Elementes zu einem andern, andere physikalische und chemische Eigenschaften bedingt.

Da die meisten thierischen Theile mit Feuchtigkeit durchtränkt sind, so werden elektrische Strömungen durch dieselben leicht verbreitet und hindurch geleitet. Nur die Oberhaut, die Nägel, die Haare, die Wolle, die Federn und andere Horngebilde erscheinen im luftrockenen Zustande, den sie, wenn sie sich in älteren Stadien ihrer Entwicklung befinden, mehr oder minder darbieten, nach Maßgabe ihrer Größe als mehr oder minder starke Isolatoren. Sind sie dagegen durchfeuchtet, so leiten sie auch vermöge der sie durchtränkenden Flüssigkeit, indem das elektrische Fluidum nach Umständen entweder längs ihrer Oberfläche oder durch ihre Substanz hindurch, immer aber längs des kürzesten Weges und in einer seiner Größe entsprechenden Verbreitung fortgeht. Wahrscheinlicherweise wirken die meisten thierischen Theile in vollkommen trockenem oder selbst nur in lufttrockenem Zustande mehr oder minder isolatorisch, so daß jene Eigenschaft der Horngewebe nicht sowohl auf einer besondern innern Eigenthümlichkeit, als auf den Verhältnissen, unter welchen sie im lebenden Körper vorkommen, wenigstens zu einem großen Theile beruhen dürfte.

Die Wirkungen der Reibungselektricität waren vorzugsweise, ehe man die Phänomene der Contactelektricität kennen gelernt hatte, ein Gegenstand vielfacher Beobachtungen. Mit den einflußreichen Entdeckungen der galvanischen Erscheinungen und den daran sich knüpfenden Forschungen traten diese Bemühungen mehr in den Hintergrund. Nur therapeutische Zwecke blieben vorzugsweise im Auge.

Setzt man einen Menschen mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in unmittelbare Verbindung und läßt die den erstern durchfließende Elektricität in ihn eintreten, so fehlen alle irgend bedeutenderen Wirkungen, weil der elektrische Strom längs der Oberfläche des Körpers (oder durch denselben) gleitet und sich mit Elektricität des leitenden Fußbodens ausgleicht. Steht dagegen der Mensch unter den gleichen Verhältnissen auf einem isolirenden Fußboden, z. B. einem Isolirschemmel, so ist die umgebende Atmosphäre der einzige Körper, durch welchen ein Abfluß der Elektricität möglich wird. Da durch diese aber weit weniger hinweggeführt wird, als durch den Conductor hinzukommt, so häuft sich ein größeres oder geringeres Quantum von Elektricität auf der Oberfläche des menschlichen Körpers an. Der größte Theil, wo nicht alle Erscheinungen, welche unter diesen Verhältnissen oder, wie man es nennt, während dieses elektrischen Bades wahrgenommen werden, lassen sich nicht sowohl auf besondere eigenthümliche Wirkungen, als auf die Folgen der Ausströmung des überschüssig auf dem Körper angehäuften elektrischen Fluidum in die umgebende Atmosphäre oder einen andern nahen schlechten Elektricitätsleiter zurückführen. Die elektrische Strömung geht überall, wo Luft oder Dunst sich befindet, hin. Daher sich mit diesem Strome auch Aushauchungsströme bilden und durch neue ersetzt werden. Daher auch stärkere oder schwächere, deutlicher oder undeutlicher wahrnehmbare Vermehrung der Hautausdünstung (und der Absonderungen an den freien Oberflächen innerer Höhlungen). Beiderlei Arten von Strömungen können dann vielleicht schon mit einer sensiblen Perception in der Haut verbunden sein. Das Fortfließen selbst erzeugt die Empfindung eines schwachen Luftzuges, welcher oft mit einem geringen Grade eines Kältegefühls verknüpft ist. Bei höherm Grade kommen aber andere Perceptionen wahrscheinlich aus einem andern

Grunde zu Stande. Da nämlich die Reibungselektricität aus dünnen Körpern leichter als aus dicken, aus einer Reihe von Spitzen reichlicher als aus einem einfachen Conductor ausſtrömt, ſo wird ihr Austritt durch die (vorzüglich mit Oel oder Feuchtigkeit verſehenen) Haare beſonders begünſtigt. Daher ſich auch dieſe um ſo leichter in die Höhe richten, je energiſcher der Abführungsſtrom, welcher durch ſie oder an ihnen ſtattfindet, iſt. Daher ihre Aufrichtung bei Annäherung des Entladens am häufigſten erfolgt. Daher auch in ihrer Nähe das Hautgefühl am leichteſten wahrgenommen wird. Höchſt wahrſcheinlich leitet man mit Recht ſelbſt die Erſcheinung, daß man die Empfindung hat, als wären die Haut des Geſichts oder andere mit feinen Härchen beſetzte Hautſtellen von Spinngeweben umgeben, davon her, daß ſich bei der Ausſtrömung die kleinen Haare, dem verſtärkten Strome folgend, aufſtellen. Nach ſorgfältigem Abraſiren derſelben müßte dieſe Perception gänzlich aufhören oder ſich wenigſtens bedeutend vermindern. Andere Symptome, welche noch angegeben werden, wie Vermehrung des Pulsſchlages, welche noch in neuerer Zeit von Friedländer wahrgenommen worden, Zuſammenlaufen des Speichels, Vermehrung der Harnabſonderung, der Menſtruation, Drang zum Stuhlgange und dgl., beruhen wahrſcheinlich auf mehr zufälligen Nebencombinationen, als auf ſicheren Wirkungen des elektriſchen Bades.

Verläßt ein Menſch, in oder an welchem auf die oben geſchilderte Weiſe ein Quantum Elektricität eingeleitet worden, den Iſolirſchemmel oder kommt er, während er ſich noch auf demſelben befindet, mit einem andern Menſchen oder einem andern Leiter in Berührung, ſo ſpringt der elektriſche Strom noch vor dem unmittelbaren Contacte auf den letztern über. Die raſche und gewaltſame Mittheilung deſſelben erfolgt ſchon, wenn ſich noch eine mehr oder minder dünne Schicht atmoſphäriſcher Luft zwiſchen beiden befindet. Man nennt dann die Diſtanz, in welcher dieſes geſchieht, die Schlagweite. Sie hängt vorzugsweiſe von der Menge des angehäuften elektriſchen Fluidum, dem Feuchtigkeitsgrade der umgebenden Atmoſphäre und der Natur und der Form des entziehenden Leiters ab. Für das allgemeine Erſcheinen dieſer Phänomene iſt es natürlich ganz gleichgültig, ob ſich ein größeres Quantum von Elektricität nach und nach in dem Körper angehäuft hat oder ob dieſer eine größere Menge des elektriſchen Fluidum von einem ſtärker geladenen Conductor auf Ein Mal oder momentan empfängt. Eben ſo indifferent iſt es im Ganzen, von welcher Körperſtelle aus die Entladung geſchieht, nur daß ſie aus dünnen und langen Theilen, wie den Fingern, den Haaren, leichter und reichlicher erfolgt. In allen dieſen Beziehungen verhält ſich der Organismus durchaus wie jeder andere nicht ſchlecht leitende Körper. Dieſe Methode, Schläge zu ertheilen, hat man, wenn ſie zu mediciniſchen Zwecken öfters hinter einander wiederholt wird, das elektriſche Duſchbad oder, wenn ſich zwiſchen der Haut und dem Conductor ein poröſer ſchlechter Leiter, z. B. Flanell, befindet und ſo das Durchſchlagen nur durch die Atmoſphäre, welche die Poren erfüllt, geſchehen kann, das elektriſche Regenbad genannt. Ihre Wirkung hängt von der Intenſität des Schlages, der Größe ſeiner Dauer und den Zeitmomenten der Wiederholung deſſelben ab. In leichterm Grade haben wir ſenſible Perceptionen der Haut, wie Ameiſenlaufen, Stechen, Prickeln derſelben, Wärmeempfindung und dgl., und bei ſehr ſenſiblen Menſchen ſelbſt Röthung, Entzündung und Bläschenbildung, vorzüglich an den Einſtrömungsſtellen. Stärkere Schläge erzeugen die bald zu ſchildernden Effecte.

Um bedeutendere elektriſche Entladungen mitzutheilen, ſind vor Allem

Leidener Flaschen und Batterien derselben geeignet. Der Grund dieses Verhältnisses wird nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Physik in den Gesetzen der elektrischen Vertheilung gesucht. Sind zwei Leiter, z. B. zwei Stanniolblätter, durch einen Nichtleiter, z. B. eine Glasplatte vollständig getrennt, so erzeugt sich, je mehr positive Elektricität an der einen Platte auftritt, um so mehr negative an der andern. Die gegenseitige Spannung wird mit dem Wachsthume dieses Verhältnisses immer größer, so daß, wenn beide Platten in Verbindung gebracht werden, eine heftige Ausgleichung, ein heftiger Schlag entsteht. Ist dagegen die Tension zu stark, so kann bei der sich dann vergrößernden Schlagweite eine Selbstentladung leicht entstehen. Ueber den Grad dieser in der Leidener Flasche stattfindenden Spannung giebt dann das Laue'sche Elektrometer Aufschluß.

Je nach der verschiedenen Stärke des elektrischen Schlages kann sich eine sehr verschiedene Reihe von Symptomen, von geringen Verstärkungen der Einwirkungen des elektrischen Bades bis zu dem plötzlichen Tode, wie man ihn durch große Elektrisirmaschinen und bedeutende Batterieen künstlich hervorbringen kann und wie er in Folge des Blitzschlages nicht selten naturaliter eintritt, darstellen. Bei ganz geringen Schlägen zeigt sich Prickeln, Stechen oder Brennen, so wie oft einiges Wärmegefühl in der Haut, vorzüglich in und an der Stelle, wo die Elektricität einströmt. Bei stärkeren Schlägen dehnen sich diese Gefühle weiter aus, dringen mehr in die Tiefe und werden schmerzhafter. Es findet sich ein eigenes Knacken an einzelnen Körpergelenken, besonders den Hand- und vorzüglich an den Ellenbogen-, den Kniegelenken, einzelne Muskelzuckungen und nach Maßgabe der Intensität oder dieser und der Wiederholung des Schlages kürzere oder längere Zeit anhaltende Schwäche der Muskeln, subjective Sinneserscheinungen, wie Lichtbilder vor den Augen, subjective Gehörperceptionen, die Wahrnehmung eines eigenen, phosphorartigen Geruchs und bei geeigneter Durchströmung auch Geschmacksempfindung. Folgen die Schläge rasch auf einander und treffen sie anhaltend eine und dieselbe Hautstelle, so zeigen sich hier Schmerzhaftigkeit, Röthe, auch oft Bläschenbildung oder andere Folgen entzündlicher Reizung. Das eigenthümliche Gelenkknacken, welches bei ganz schwachen Schlägen ausbleibt, sich dagegen bei stärkeren um so mehr auf entfernter von der Schlagstelle gelegene Gelenke ausdehnt, je stärker der Schlag selbst ist, bedarf noch seinen ursächlichen Verhältnissen nach einer genügenden Erklärung. Vielleicht daß folgende Vorstellungsweise zur Zeit noch am Annehmbarsten wäre. Tritt der Strom durch einen Körpertheil hindurch und läuft nicht bloß längs der Oberfläche hin, so wird er wahrscheinlich von den Knochen, als den dichtesten Theilen des Körpers, am meisten angezogen [1]). Geht aber ein großes Quantum Elektricität durch dieselben hindurch, so muß in den Gelenken, wo sich minder anziehende Theile befinden, ein Ueberspringen nach dem benachbarten Knochen, ein Fortgang durch eine Schlagweite stattfinden, oder es muß die ganze, sich sonst auf Knochen und Weichgebilde vertheilende Elektricität durch die weichen Gelenktheile, deren Feuchtigkeit und deren Umgebungen überspringen. Daher wahrscheinlich der Schlag; daher dieser letztere auch um so stärker wird, je weiter die Knochen von einander abstehen; daher er heftiger am Ellenbogen-, als am Handwurzelgelenke, und am Kniegelenke am stärksten ist. Die Muskelzuckungen, welche die Reibungselektricität hervorruft, sind im Allgemeinen schwächer, als die, welche die

[1]) S. d. A. Elektricität.

Contactelektricität oder die anderen Elektricitätsarten zur Folge haben. In Betreff der subjectiven Sinneserscheinungen, welche im Ganzen bei der Reibungselektricität weniger erforscht sind, verweisen wir auf die Contactelektricität, da die Erscheinungen derselben unter beiderlei Verhältnissen auf denselben Principien zu beruhen scheinen. Nur was die Riechperception betrifft, so dürfte hier zu bemerken sein, daß nach den Beobachtungen von Schoenbein die Wahrnehmung eines phosphorähnlichen Geruchs nicht sowohl eine subjective, als eine objective ist, da sie nach ihm von einem eigenthümlichen einfachen Stoffe, Ozon genannt, herrührt. Die Hautreizungen, welche selbst hier schon mit Blutunterlaufungen verbunden oder von Geschwürsbildungen begleitet sein können, erscheinen unter diesen Bedingungen, obwohl sie nicht selten ziemlich schmerzhaft sind, noch unbedeutender.

Bei sehr energischen elektrischen Schlägen verstärken sich die genannten Symptome in so hohem Grade, daß Nervenlähmung oder selbst der Tod die Folge sein kann. An den Hautstellen, welche am meisten afficirt worden, erscheinen Verbrennungen, Sugillationen, welche nicht selten sternförmige oder zackige Formen darbieten, und selbst Zerreißungen. Die Geschwürsbildungen, welche so leicht im Gefolge dieser Verletzungen auftreten, werden leicht brandig und heilen im Ganzen schwer. Wie wir etwas Aehnliches an Theilen, deren Nerven gelähmt sind, oft wahrnehmen. Die Muskeln werden im Momente so sehr geschwächt, daß die unteren Extremitäten und vorzüglich die Kniee die Last des übrigen Körpers nicht mehr tragen und daher zusammenknicken. Nach heftigen elektrischen Schlägen bleibt dieses Schwächegefühl in den Kniegelenken oft Wochen lang zurück. Die Muskelparalyse, welche nicht selten in Folge heftiger Schläge, z. B. des Blitzes, auftritt, betrifft nicht bloß die den verbrannten, sondern auch entfernteren Körperstellen entsprechenden Muskeln. Hat die Paralyse Sensibilität und Mobilität zugleich getroffen, so hat man die Erfahrung gemacht, daß sich die Integrität der Empfindung früher einstellte, als das Schwächegefühl der Muskeln aufhörte. Ob dieses von ähnlichen Ursachen, wie bei der Contactelektricität, herrühre oder nicht, ist noch zu untersuchen. Der Kopf wird eingenommen oder es zeigt sich Ohnmacht oder Bewußtlosigkeit. Erfolgt der Tod, wie z. B. durch den Blitzschlag, so mangelt die Gerinnung des Bluts und mit ihr die Todtenstarre. Der Leichnam selbst soll weit eher in Fäulniß übergehen. Weßhalb der Blitz in seinen an der Haut hingehenden Spuren so leicht der Wirbelsäule, der Tibia und dgl. folgt, ist schon in dem Art. Elektricität besprochen worden. Die Angabe von Carresi, daß constant ein kleiner livider Fleck am innern Augenwinkel vorhanden sei, bedarf noch der Erhärtung durch künftige Erfahrungen.

Unter allen Arten von Electricitätserscheinungen sind die durch chemische Wechselwirkung oder den Contact hervorgerufenen Elektricitätsphänomene in ihren Einflüssen auf den menschlichen oder thierischen Organismus am ausführlichsten studirt worden. Daher wir auch bei diesen am längsten verweilen müssen.

Bekanntlich reagiren die Nerven der Thiere und des Menschen auf eingeleitete contactelektrische Ströme auf eine sehr empfindliche Weise, d. h. die von außen her zugeführten contactelektrischen Strömungen erregen Strömungen des Nervenfluidum. Es ist nun ein in der Physiologie der Gegenwart, wenn ich nicht irre, allgemein angenommener Satz, daß sogar der Nerve des lebenden oder noch reizbaren thierischen Theiles das empfindlichste Contactelektrometer sei. Dieser Ausspruch bedarf jedoch einer doppelten Limitation. 1) Wir wissen zwar durch

vielfache Verſuche, daß die Strömungen der allgemeinen Agentien oder Imponderabilien unter gewiſſen Bedingungen einander wechſelſeitig erregen, daß Bewegungen des Lichts, der Wärme, des Magnetismus, der Elektricität, der Aggregatsverhältniſſe und der chemiſchen Anziehung einander bedingen, und daß auch Strömungen des Nervenfluidum die Folge ſolcher Vorgänge ſein können. Allein eben ſo ſehr iſt es bekannt, daß ein ſolches beſtimmtes Verhältniß nicht immer die Strömungen aller anderen Imponderabilien in gleichem Maße hervorruft, ſondern daß meiſt nur eines oder mehre der genannten Agentien in Wirkſamkeit geſetzt werden, während die anderen mehr in den Hintergrund treten. Vorzugsweiſe iſt z. B. die Schnelligkeit, mit welcher der elektriſche Strom durchgeht, für die Erregung der Ströme anderer Agentien von bedeutendem Einfluß. Wir haben z. B. magnetelektriſche Ströme, bei welchen die erregten Bewegungen des Lichts, der Elektricität und des Nervenfluidum vorherrſchen, während die Erſcheinungen der Wärme und der chemiſchen Verwandtſchaft zurücktreten[1]). Eben ſo läßt ſich erwarten, daß die contactelektriſchen Apparate nach ihren verſchiedenen Einwirkungen auf die Nerven verſchieden wirken oder, wie man ſich ausdrückt, verſchiedene phyſiologiſche Effecte haben werden. Auch hierfür haben die Erfahrungen der neueſten Zeit einen ſehr deutlichen Beleg geliefert. Die Grove'ſche Säule, welche ſo heftig das Waſſer zerſetzt und in ſo bedeutendem Grade, nach de la Rive ſelbſt im luftleeren Raume, Licht und Wärme entwickelt, beſitzt eine ſehr geringe phyſiologiſche Wirkung, ſo daß hier ſogar ausnahmsweiſe Funkenbildung und phyſiologiſcher Effect nicht parallel gehen. Allein auch 2) die Verhältniſſe der gewöhnlichen Zink-Kupferſäule eignen ſich, um darzuthun, daß die Nerven nicht immer das feinſte Elektrometer ſind. Mit unmittelbarer Application von Elektroden oder der Platten ſelbſt von Zink-Kupferſäulen iſt hier der Beweis nicht zu liefern. Denn ich erhielt bei eben getödteten Fröſchen noch ſtarke Zuckungen, wenn ich den poſitiven Pol einer Zink-Kupferkette, deren beide Platten nur eine Quadratlinie Durchmeſſer hatten, an den Nerven, den negativen an den Muskel applicirte, während ſich zwiſchen beiden Plättchen mit deſtillirtem Waſſer durchfeuchtetes Löſchpapier als Leiter befand. Eben ſo drehte ſich dann die Magnetnadel des Schröder'ſchen Galvanometers mehre Male im Kreiſe herum. Dagegen paſſen mitgetheilte Ströme zu ſolchen Beweisführungen. Umwickelte ich ein ungefähr 1 Fuß langes und $1\frac{1}{2}$ Linie dickes mit Kupferdraht ſchon früher umgebenes Hufeiſen von weichem Eiſen mit zwei, je 10 Fuß langen gleichläufigen Meſſingdrähten, deren Enden zu Einem Drahte zuſammengewunden wurden, ſo ergab ſich, wenn ich die Kupferdrähte mit einem einfachen Zink-Kupferplattenpaare, welches durch deſtillirtes oder durch Salzwaſſer verbunden war, die Meſſingdrähte mit den Näpfen des Galvanometers zuſammenbrachte, bei dem Schluſſe der Kette eine mit der Richtung des urſprünglichen Stromes gleichläufige Deviation von 10° — 20°. Blieb die Kette geſchloſſen, ſo ruhte die Magnetnadel zuletzt immer auf 0°. Bei dem Oeffnen derſelben ſchwankte ſie nach der entgegengeſetzten Richtung um 2 — 5°. Während dieſe Einwirkungen auf die Magnetnadel conſtant blieben, zeigte es ſich bei ſehr zahlreichen Verſuchen eben ſo beſtändig, daß dieſer ſecundäre Strom, wenn die Meſſingſpitzen an Nerv und Muskel des präparirten Froſchſchenkels applicirt wurden, nie die geringſte Spur von Oeffnungs- oder Schließungszuckung

[1]) S. weiter unten über die phyſiologiſchen Wirkungen der inducirten Ströme.

hervorrief, selbst wenn man eine aus 5 runden 3½ Zoll im Durchmesser haltenden Plattenpaaren oder aus 25 dünnen 1½ zölligen Plattenpaaren bestehende Säule bei Leitung mit Salzwasser anwandte. Wir haben also hier einen secundären, ursprünglich von Contactelektricität herrührenden Strom, welcher keinen physiologischen Effect mehr hat, während er auf ein mit astatischen Nadeln versehenes, sensibles Galvanometer noch einwirkt. Steht aber auch hier die physiologische Wirksamkeit erst in der zweiten Rangstufe, so eilt ihr doch die elektrochemische noch nicht voran. Bestand die Combination in Kupfer, Salzwasser und Zink, so schied sich bei unmittelbarer Application der Elektroden das braune Jod des Jodkaliumpapiers sogleich an dem dem Kupfer entsprechenden Ende ab. Durch das oben genannte Hufeisen konnte aber in keiner Weise ein Effect der Art hervorgerufen werden, wie denn überhaupt secundäre mitgetheilte Ströme in ihren chemischen Wirkungen sehr zurücktreten.

Während nun die Grove'sche Säule den Beweis liefert, daß chemisch elektrische Strömungen nicht immer mit verhältnißmäßigen physiologischen Wirkungen verknüpft sind, während die obigen Erfahrungen zeigen, daß von contactelektrischen Ursachen ausgehende secundäre Ströme viel eher durch die Magnetnadel, als durch die Wirkungen des Nervenfluidum zur Anschauung gebracht werden können, während so die Natur des Nervenfluidum als des feinsten Galvanometer sehr problematisch wird, lehren die Untersuchungen von Wilhelm und Eduard Weber, daß auch die Leitungsfähigkeit für Elektricität in den Nerven geringer ist, als sich vielleicht nach rein theoretischen Ansichten erwarten ließe. Sie fanden nämlich mittelst eines an dem Gauß'schen Apparate angebrachten großen, constant große galvanische Strömungen liefernden Inductionsapparates, daß kein thierischer Theil die Elektricität so gut leitet, daß er in dieser Beziehung mit den reinen Metallen irgendwie verglichen werden könnte. Die meisten Organe verhalten sich hierbei, wie destillirtes Wasser, welches mit Blut, Salzen und dgl. versehen ist, d. h. ihr Widerstand ist 10 — 20 mal geringer, als der, welchen reines Wasser von derselben Temperatur entgegenstellt. Nun leitet nach ihnen bis auf 0,6° C. erkaltetes destillirtes Wasser um 6849 Millionen Mal schlechter, als metallisches Kupfer. Bei Wasser von 37,7° sinkt diese Zahl auf 3881 Millionen. Nehmen wir auch für die thierischen Theile und vorzüglich die Nervenprimitivfasern $^1/_{10}$ — $^1/_{20}$ dieses Werthes an, so bleiben, wie man sieht, diese organischen Gebilde immer noch in sehr bedeutendem Nachtheil.

Die Strömungen des elektrischen Fluidum erregen Strömungen des Nervenfluidum, die Richtungen seien centripetal oder centrifugal. Jede nervöse Primitivfaser reagirt dann in der ihrem Anfange und ihrem Ende entsprechenden Energie. In den centripetalen sensuellen Fasern erscheinen subjective Sinnesempfindungen, in den centripetalen sensiblen subjective Schmerzens- und Temperaturempfindungen, in den centrifugalen dagegen Bewegungen. Wie weit die Empfindlichkeit der sensuellen Fasern für die elektrischen Reize gehe, läßt sich selbst im Allgemeinen nicht bestimmen, da wir allein auf Experimenten, welche an dem Menschen angestellt worden, in dieser Beziehung fußen könnten, bei uns aber eine unmittelbare Application der Elektroden an den Sinnesnerven durchaus unmöglich ist. Legen wir aber die Leitungsdrähte an die zunächst gelegene Hautstelle, z. B. an die Augenlieder an, so erleidet vielleicht der elektrische Strom, indem er durch die feuchten übrigen Weichtheile des Auges und der Augenhöhle hindurch geht, modificirende Einwirkungen. Hierfür spricht auch schon der Umstand,

daß die galvanischen Lichtfiguren sich verändern und unvollständiger werden, sobald sich die Applicationsstelle der Elektrode von der Netzhaut und dem Sehnerven entfernt, z. B. an die Haut der Stirn, der Wange und dgl. rückt. Anderseits deuten aber gerade solche Erfahrungen darauf hin, daß der N. opticus eine sehr große Empfänglichkeit für galvanische Reize habe. Denn bekanntlich ruft das Einbringen eines Zink- und eines Kupferstabes in die Mundhöhle und nachfolgendes Schließen der Kette eine subjective Lichterscheinung hervor, während subjective Töne und subjective Gerüche noch nicht wahrgenommen werden. Bei dem Geruchsorgane überwindet sehr leicht der Eindruck, welchen die sensiblen Nerven der Nase empfangen, den der sensuellen, so daß früher Reiz, Schmerz, Veränderung der Absonderung der Nasenschleimhaut und Niesen, als subjectiver Geruch aufzutreten scheint. Ordnen wir die vier höheren Sinnesnerven nach ihrer ungefähr bestimmten Empfindlichkeit für galvanischelektrische Ströme, so dürften wir folgende aufsteigende Reihe erhalten: Geruchsnerve, Hörnerve, Sehnerve und Geschmacksnerve. Wo subjective Geruchsempfindung entstehe, ist noch gar nicht genauer bestimmt. Bei gewöhnlichen schwachen oder mäßig starken Volta'schen Säulen bedarf es der Application einer oder der beiden Elektroden an das Gehörorgan, wenn subjective Gehörempfindungen zu Stande kommen sollen. Nur bei ganz starken Schlägen oder solchen, welche den Kopf zunächst durchsetzen, tritt Ohrensausen, Ohrenpfeifen von selbst als begleitendes Phänomen ein und führt aus Gründen, die noch in der Folge angeführt werden, leichter Betäubung mit sich und hält auch länger an. Des Beleges für die größere Empfindlichkeit des Gesichtsorgans wurde schon Erwähnung gethan. Von der äußerst großen Empfänglichkeit des Geschmacksorgans kann man sich leicht überzeugen. Bei einer einfachen Zink-Kupferkette mit Plättchen von 1 □ Linie Durchmesser und unter Schließung durch concentrirte Salzlösung nahm ich an der positiven Elektrode noch deutliche Geschmacksempfindung wahr. Es frägt sich auch, ob die sensiblen Nerven gegen so kleine Ketten ebenfalls in gleichem Grade empfindlich sind. Die Analogie mit den motorischen Nerven spricht sehr für eine bejahende Antwort. Jedoch wird die experimentelle Entscheidung sehr schwer, da die Schmerzensempfindung so gering ist. Verletzte Hautstellen aber sind mit weniger Sicherheit zu benutzen. Leichter erscheint die Beobachtung bei den bewegenden Fasern. Legte ich z. B. bei einem mittelgroßen Frosche im Sommer den N. ischiadicus bloß und isolirte ihn durch eine untergeschobene Glasplatte, so erhielt ich mittelst der einfachen Kette von 1 □ Linie Oberfläche bei centrifugalem Strome (d. h. mit dem positiven oder Zinkpole nach Gehirn und Rückenmark, mit dem negativen nach den Zehen) meist nur Schließungszuckungen (d. h. bei dem Ansetzen der Elektroden an den Nerven oder Schließung der Kette durch denselben) und nur selten Oeffnungszuckungen; bei centripetalem Strome (also im Widerspruche mit dem Marianinischen Gesetze) fast nur Schließungszuckungen und keine Oeffnungszuckungen, selten eine Oeffnungszuckung ohne vorhergegangene Schließungszuckung. Man bedient sich daher bei physiologischen Versuchen mit Recht der motorischen Nervenfasern des Frosches, um die Einwirkungen galvanischer Ströme zu prüfen. Theils um unnöthige Grausamkeit zu verhüten, theils weil dann nach neurophysiologischen Gesetzen die Bewegungsreaction stärker, wenigstens regulirter und oft intensiver auftritt, wird das Thier enthauptet. Man schneidet nun entweder ein Hinterbein hinweg, entfernt alle Theile des Oberschenkels mit Ausnahme des Hüftnerven und

enthäutet Unterschenkel und Fuß, oder man nimmt die Enthäutung beider hinteren Extremitäten vor, trennt von ihren Oberschenkeln alle Theile bis auf die Hüftnerven und läßt die Unterschenkel und Füße durch die Hüftnerven mit dem Rumpfe in Verbindung. Bei der letzten Operationsweise, die freilich etwas mühsamer ist, erhält sich, da die Ladung von dem Rückenmarke aus fortgeht, die Reizbarkeit oft länger. Sie ist daher, wo man an einem und demselben Thiere längere Zeit hindurch operiren will, vorzuziehen. Man kann nun das Präparat auf eine Glasplatte legen oder, um die Leitung der dem Glase anhaftenden Flüssigkeitschicht zu vermeiden, das Ganze an einem Faden aufhängen. Das letztere hat den Nachtheil, daß die Schwere der Extremität an den Nerven zerrt und daß dadurch ein Theil der Reizbarkeit verloren geht.

Gegen stärkere galvanische Strömungen reagiren die motorischen Nervenfasern und die Muskelsubstanz zu allen Zeiten; gegen schwächere dagegen nur bei höheren Graden der Reizbarkeit. Bei Fröschen trifft man diese im Allgemeinen zu oder vor der Begattungszeit (in kalter Herbstzeit) und in heißen Sommertagen an. Es sind daher die delikaten Versuche, besonders mit sehr schwachen Ketten, vorzüglich zu den genannten Zeiten anzustellen. Die feuchten thierischen Theile bilden bei allen diesen Experimenten den mit Flüssigkeit durchtränkten Leiter. Bisweilen, und besonders wenn nur Ein äußerer Körper zur Kettenbildung angewendet wird, stellen sie den Einen Erreger und den Leiter zugleich dar. In der ganzen Region, durch welche der Strom hindurch geht, können alle motorischen Fasern zu centrifugalen Strömungen ihres Nervenfluidums angeregt werden. Es kann so Contraction entstehen. Während diese sich bisweilen vorzüglich bei einzelnen Muskeln einstellt, vermag anderseits der Strom, besonders wenn er stark ist, durch die Feuchtigkeit der thierischen Theile fortgeführt zu werden. Es erzeugen sich so Convulsionen entfernterer Muskeltheile.

Die Application der beiden Elektroden, oder, wo nur ein äußerer Körper angewandt wird, die Anlegung von diesem kann aber auf dreifachem Wege geschehen: 1) Anlegung an den Nerven allein. 2) Anlagerung an Nerve und Muskel, und 3) Anlagerung an den Muskel allein. Da bei Nr. 3. der Effect wahrscheinlich nur dadurch bedingt wird, daß durch die Feuchtigkeit des thierischen Theiles der Strom bis zu den in dem muskulösen Theile enthaltenden Nervenzweigen und Nervenenden geleitet wird, so erhellt schon hieraus, wie diese Applicationsweise die am wenigsten sensible sein muß. Bei Anlegung an den Nerven wendet man sich natürlich direct an den Theil, in welchem die Strömungen des Nervenfluidums entstehen. Allein die beiden Berührungspunkte der Elektroden oder die eine Berührungsfläche des äußern angelegten Körpers trifft mehr homogene chemische Substanzen und organische Theile. Bei Anlegung an Nerve und Muskel dagegen sind auch die Applicationspunkte heterogen, verstärken hierdurch meist die Wirkung und rufen dieselbe so hervor, daß diese Anlegungsweise mit wenigen in der Folge zu erwähnenden Ausnahmen sensibler als die an den bloßen Nerven ist.

Alle Erzeugungsarten galvanischer Ströme scheinen auch geeignet zu sein, physiologische Wirkungen hervorzurufen. Bei einigen erfolgen nun diese unmittelbar, bei anderen erst nach Erfüllung gewisser Nebenbedingungen, bei einigen sehr stark, bei anderen schwächer. Die meisten bis jetzt vorliegenden Untersuchungen betreffen, wie schon bemerkt wurde, diejenigen galvanischen Ströme, welche durch Contactelektricität, d. h. durch geringere oder größere chemische Einwirkung, erzeugt werden. Bei den eigentlich che-

mischelektrischen, den thermoelektrischen und den magnetoelektrischen Einwirkungen hat man sich bis jetzt nur mehr im Allgemeinen bemüht, ihre physiologischen Wirkungen nachzuweisen, als ihre Specialien zu studiren.

I. Contactelektrische Strömungen. Zur Erzeugung physiologischer Effecte sind keineswegs bloß zwei durch einen sie und sich chemisch verändernden Leiter in elektrischen Gegensatz gebrachte Metalle nothwendig. Auch Ein Metall oder bloß thierische Theile, welche zur Bildung und Schließung der Kette gebraucht werden, können hier Effecte hervorrufen. Da die ersten so äußerst zahlreichen galvanischen Versuche sich besonders mit den physiologischen Wirkungen beschäftigten, so liegen in dieser Beziehung Experimente in fast allen möglichen Modificationen vor. Der Kürze wegen dürfte es am zweckmäßigsten sein, die Hauptgesetze darzustellen und sie durch einzelne Experimente zu beweisen.

1) Contactelektrische Spannungen, welche so schwach sind, daß sie momentan keine Zuckungen hervorrufen, erzeugen diese bei dem Aufheben des Contactes (und der gegenseitigen chemischen Einwirkung), wenn dieser einige Zeit gedauert hat. Man lege den Hüftnerven eines präparirten Froschschenkels auf ein Metallblech, z. B. eine Zinkplatte. Im Momente der Berührung erfolgt, wenn die Reizbarkeit nicht sehr groß ist, keine Zuckung. Wartet man einige Zeit und hebt dann mittelst einer Glasspitze den Nerven ab, so stellt sich, ehe noch das Abheben vollendet ist, heftige Zusammenziehung ein. Diese erzielt man, der Unterschenkel allein oder dieser und das Metall mögen isolirt sein oder nicht. Die Einwirkung der verschiedenen Metalle bei diesem Versuche läßt sich selbst approximativ nur schwer bestimmen. Er gelang mir bei Zink, Kupfer, Silber, Platin, Gold, Eisen. Wie es aber schien, wirkten Zink, Platin und zum Theil Gold besonders ein. Bei ganz reinem Platinblech, welches vorher mit Salpetersäure abgewaschen und mit Schmirgelpapier abgerieben und blank war, zeigten sich oft heftige Oeffnungszuckungen, oft während des ganzen Aufliegens anhaltende Contractionen. Reibung und vorzüglich Erwärmung erhöhen die Wirkung. Giebt das Auflegen des Hüftnerven auf Platinblech z. B. keine Zuckungen mehr, so gelingt es bisweilen, doch sehr oft auch nicht, diese hervorzurufen, sobald man das Blech mit dem Nagel etwas reibt. Im Allgemeinen sicherer wirkt die Erwärmung, nach welcher oft selbst schon bei dem Schließen, wenn dieses früher nicht der Fall war, heftige Convulsionen eintreten. Es versteht sich von selbst, daß die Temperatur nicht so hoch sein darf, daß sie selbst, als starker Reiz einwirkt. Daß die Wirkung des Metalles hier von wesentlichem Einflusse sei, lehrt der Umstand, daß das Auflegen des Nerven auf eine Glasplatte des Erfolges entbehrt.

2) Contactelektrische Spannungen, welche so schwach sind, daß in dem Momente ihres Entstehens oder des Schlusses der Kette keine Zuckung zu Stande kommt, werden durch Bewegung, Friction und dgl., des Nerven so sehr percipirt, daß Convulsionen erscheinen. Ist die Reizbarkeit nicht so stark, daß bei dem Auflegen des Nerven auf die Metallplatte eine Schließungscontraction hervorgerufen werden kann, so erzielt man bisweilen diese, wenn man von einer Höhe hinab den Nerven auf das Metall fallen läßt oder sehr vorsichtig und leise reibt. Daß es nicht der mechanische Fall oder die Reibung ist, welche den Effect hervorruft, erhellt wiederum daraus, daß

unter den geeigneten Vorsichtsmaßregeln der Erfolg ausbleibt, wenn man statt des Metalles eine Glasplatte wählt.

3) Durch den einfachen Contact thierischer Theile entsteht eine so schwache elektrische Spannung, daß bei sehr großer Reizbarkeit Zuckungen möglich werden. Dieses Feld sehr delicater Versuche wurde zuerst von Volta eröffnet, dann besonders durch Alex. von Humboldt gefördert und später von Anderen, wie Ritter, Pfaff, Joh. Müller, Nobili, Marianini, Matteucci und Anderen gepflegt. Sollen Experimente der Art glücken, so bedarf es eines sehr hohen Grades von Reizbarkeit. Diesseit der Alpen hängt daher das Gelingen dieser Versuche von dem Zufalle glücklicher Combinationen ab. Häufiger gelangt man in warmen Klimaten zu erwünschten Resultaten. Daher auch viele der genannten italienischen Forscher von diesen Erfolgen als constanten sprechen. Volta bemerkte zuerst, daß, wenn man bei einem präparirten Frosche den Gastrocnemius gegen den Oberschenkel zurückbiegt, Zuckungen entstehen. Alex. von Humboldt[1]) machte zuerst drei hierher gehörende Cardinalversuche. Er erhielt Zuckungen, a) indem er Nerve und Muskel eines präparirten Schenkels durch ein an einen isolirenden Griff von Siegellack befestigtes Muskelstück berührte — ein Experiment, welches auch Joh. Müller gelang — oder den Gastrocnemius gegen den N. ischiadicus zurückbog; b) indem er die Kette zwischen Nerve und Muskel durch ein Stück Nerve schloß, und c) indem er an den Nerven ein Stück, an den Muskel ein anderes Stück Muskelfleisch legte und beide Muskelpartieen unmittelbar oder durch ein drittes Muskelstück in Contact brachte. Es läßt sich nach den noch zu erörternden Gesetzen erwarten, daß vielleicht auch bei bloßer Berührung des M. gastrocnemius mit einem Stücke Muskelfleisch Contractionen wahrgenommen werden. Allein so viel ich weiß, ist dieser Versuch noch nicht geglückt. Dagegen erregte ich in günstigen Fällen ebenfalls Zuckungen, indem ich den Gastrocnemius gegen den N. ischiadicus zurückbog oder sogar nur den letztern mit einem Muskelstücke desselben oder eines andern Frosches berührte. Dadurch, daß ich ein Muskelstück an den untern, ein zweites an den obern Theil des Gastrocnemius anlegte und mittelst eines dritten die Kette schloß, konnte ich bis jetzt keine Zuckungen erzielen. Dagegen erfolgten diese, wenn der Gastrocnemius mit dem einen, der Nerve mit dem andern Muskelstücke armirt war, selbst dann noch, wenn bloße Anlegung eines einfachen Muskelstückes oder der Kette an den Nerven keinen Effect mehr hatte. Auf die bei diesen Contractionen erscheinenden Einflüsse der Richtung der Ströme werden wir in der Folge noch zurückkommen.

4) Zur Erzeugung physiologischer Wirkungen kann Ein erregendes Element hinreichen. Wir haben schon angeführt, daß bei großer Reizbarkeit Berührung des Nerven mit Einem Muskelstücke Zuckungen hervorruft. Bei lebhafter Irritabilität erregt Application Eines Metalles, z. B. von Kupfer, Convulsionen. Dasselbe sieht man schon leichter, wenn der Nerve mit einem Theile seiner Oberfläche auf einer Metallplatte aufgelegt wird. Ist die Reizbarkeit größer (und die Metallplatte massiger), so erhält man hier eine heftige Schließungszuckung. Bei schwacher Einwirkung entsteht, wie schon erwähnt worden, eine Oeffnungszuckung. Unter günstigen Verhältnissen können sich sogar beide einstellen. Am leichtesten erfolgen aber die Convulsionen und setzen auch den geringsten Grad von Reiz-

[1]) Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser Bd. I. S. 34 — 39.

barkeit voraus, wenn das Metall an Nerve und Muskel applicirt wird. In allen Fällen entsteht zwischen dem berührenden Körper und den berührten organischen Theilen eine chemische Gegenwirkung und eine chemische Stromesspannung, welche sich durch den feuchten thierischen Theil fortpflanzt und bei diesem Wege unter den geeigneten Verhältnissen Vergrößerungen und deren objective Effecte erzeugt. Um Wirkungen der Art zu haben, bedarf es wahrscheinlich nicht immer thierischer oder metallischer Erreger oder Leiter. Nobili erhielt schon Zuckungen, wenn er den Vordertheil oder den Hüftnerven in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, den Unterschenkel und den Fuß in ein anderes tauchte und beide Gefäße durch einen befeuchteten Baumwollendraht verband. Diesem Versuche fehlt aber freilich aus Gründen, welche unter Nr. 5. erwähnt sind, das definitiv Beweisende.

5) Die aus zwei Metallen und Einem feuchten Leiter, der zugleich noch die chemische Einwirkung befördert, bestehenden Ketten oder Säulen setzen, um physiologische Effecte hervorzubringen, den geringsten Grad von Reizbarkeit voraus. Hiervon kann man sich an Froschpräparaten leicht überzeugen. Wenn schon die früher genannten Versuche im Erfolge versagen, lassen sich noch durch sehr kleine Zink-Kupferketten physiologische Wirkungen erzielen. Natürlicherweise richtet sich diese einerseits nach der Quantität und Qualität der Reizbarkeit, und anderseits unmittelbar nach der Quantität und der Intensität des galvanischen Stromes, und mittelbar nach der Größe und Beschaffenheit der Erreger und Leiter. Bei einer trockenen Zink-Kupfersäule von 40 runden Platten von 2″ Durchmesser erhielt ich, selbst wenn sie erwärmt wurde, an Froschschenkeln, die noch für ein mit Wasser verbundenes Plattenpaar sehr empfindlich waren, gar keine Wirkung. Jeder als Leiter gebrauchte Körper aber, welcher an dem Erreger eine größere chemische Veränderung hervorruft und dadurch selbst als Erreger und Leiter zugleich wirkt, somit auch mehr Galvanismus in Spannung treten läßt, wirkt auch hier um so intensiver. Daher zeigt sich z. B. bei Zinkkupferplatten destillirtes Wasser schwächer, als Kochsalzlösung, diese schwächer, als verdünnte Schwefelsäure und dgl. mehr. Was die trockenen Erreger betrifft, so beruhen die hierüber von Ritter und von Heidmann angestellten Untersuchungen auf Prüfungen der physiologischen Wirkungen auf Froschschenkel. Wie Pfaff schon richtig bemerkt, hat sich aber bei den Heidmann'schen Versuchen ein Fehler der Experimentirungsmethode eingeschlichen. Aus Gründen, welche wir in der Folge einsehen werden, ist unter gewissen Voraussetzungen, wenn man die beiden Hüftnerven des Frosches mit zwei verschiedenen Metallen armirt und dann die Kette unmittelbar schließt, dasjenige Metall, welches an der Seite des die Schließungszuckung darbietenden Schenkels liegt, als der positive trockene Erreger anzusehen, während dasjenige, welches sich an dem die Oeffnungszuckung darbietenden Schenkel befindet, die Rolle eines negativen trockenen Erregers hat. Indem aber Heidmann diese Versuche anstellte, verband er die beiden Metalle nicht unmittelbar oder durch einen Metalldraht, sondern durch einen feuchten leinenen Faden. Dadurch resultirte ein doppeltes Spannungsverhältniß. Jedes der beiden Metalle wirkte einerseits auf den berührten Nerven, anderseits auf die feuchte Schnur. Es fiel daher auch das Platin z. B. bei diesen Versuchen zu negativ aus. Die mit Hülfe der physiologischen Effecte gefundene Bestimmungsreihe der trockenen Erreger, wie sie Ritter angegeben, würde uns zwar hier allein interreffiren. Da sie

jedoch ebenfalls in ihrer Reihe ziemlich unzuverläſſig iſt, ſo wollen wir die von Poggendorff, Marianini und Pfaff durch Magnetnadel und Condenſator beſtimmten Spannungsreihen hinzufügen. Die folgende Tabelle beginnt mit dem negativen und ſchließt mit dem poſitiven trockenen Erreger. Jeder von dieſen iſt im Verhältniß zu dem vorhergehenden poſitiv, zum folgenden negativ:

Ritter.	Poggendorff.	Marianini.	Pfaff.
Kryſtalliſirtes Manganoxyd.	Manganſuperoxyd.	Lange der Luft ausgeſetzte Kohle.	Kryſtalliſirtes Graubraunſteinerz.
Graphit.	Graphit.	Graubraunſteinerz.	Schrifterz.
Palladium.	Platin.	Schwefelkies.	Wolfram.
Arſenikkies.	Kohle.	Magnetkies.	Graphit.
Kupferkies.	Bleiglanz.	Arſenikkies.	Titanoxyd.
Schwefelkies.	Gold.	Graphit.	Pecherz.
Kupfernickel.	Tellur.	Tellur.	Uranoxydul.
Zinngraupen.	Schwefelkies.	Gold.	Waſſerblei.
Bleiglanz.	Schwefelkupfer.	Platin.	Arſenikkies.
Kohle.	Queckſilber.	Kupferkies.	Kupfernickel.
Silber.	Nickel.	Kobaltglanz.	Zinngraupen.
Queckſilber.	Silber.	Fahlerz.	Bleiglanz.
Gold.	Chrom.	Arſenik.	Kupferkies.
Platin.	Arſenik.	Nickel.	Kupferglanzerz.
Spießglanz.	Antimon.	Kohle (friſch bereitet).	Schwefelkies.
Meſſing.	Wismuth.	Bleiglanz.	Glaserz.
Kupfer.	Kobalt.	Rothgültigerz.	Kohle.
Arſenik.	Kupfernickel.	Antimonſilber.	Silber.
Kobalt.	Magneteiſenſtein.	Queckſilber.	Queckſilber.
Wismuth.	Kupfer.	Silber.	Gold.
Eiſen.	Meſſing.	Antimon.	Platin.
Zinn.	Uran.	Arſenik.	Spießglanz.
Blei.	Stahl.	Kupfer (angelaufenes).	Kupfer.
Zink.	Eiſen.	Nickel.	Arſenik.
	Zinn.	Wismuth.	Kobalt.
	Blei.	Kupfer (glänzendes).	Wismuth.
	Mangan.	Meſſing.	Eiſen.
	Kadmium.	Magneteiſen.	Zinn.
	Zink.	Eiſen.	Kadmium.
		Mangan.	Blei.
		Zinn.	Zink.
		Blei.	
		Kohle (indem die lebhaft brennende Flamme in Waſſer getaucht wird).	
		Zink.	

Zinkamalgam iſt noch poſitiver als Zink. Nach den Beobachtungen von Jacobi werden ſogar Verbindungen von Zink, Zinn und Queckſilber, Zink, Zinn, Blei und Queckſilber, und Zinn, Blei und Queckſilber poſitiver, als Zink und ſelbſt Zinkamalgam. Wegen des geringeren Uebergangswider-

ſtands erhält man durch Zink und Eiſen ſtärkere Ketten, als durch Zink und Kupfer, Zink und Platin, Zink und Silber[1]).

6) Wie die Stärke des galvaniſchen Stromes mit der Vermehrung der Plattenpaare zunimmt, ſo verſtärkt ſich dann auch die phyſiologiſche Wirkung. Der Beweis für dieſen bekannten Satz kann nicht ſowohl durch die Reaction der motoriſchen centrifugalen Nervenfaſern, welche, wie wir geſehen haben, ſchon auf ſehr kleine Ketten durch ſtärkere Bewegungen antworten, als durch die Energieen der centripetalen, ſowohl der ſenſuellen als der ſenſiblen Faſern geliefert werden. Einfache Ketten erzeugen unmittelbar auf das Gefühlsvermögen keine Wirkungen. Nur durch die ſpäter anzugebenden Verſtärkungsmittel ſind dieſe zu erreichen, aber auch dann bis zum unerträglichen Gefühle zu ſteigern. Daß ſich bei Säulen nach der Zahl der Plattenpaare die Effecte vermehren, iſt zuerſt von Volta gezeigt und wohl in jedem phyſikaliſchen Cabinette der Welt beſtätigt worden. Eine andere Frage entſteht aber, ob nämlich bei einer beſtimmten Größe der Plattenpaare und Stärke der Zwiſchenflüſſigkeit ein Maximum der Zahl, über welches hinaus ſich die phyſiologiſchen Wirkungen nicht mehr verſtärken oder gar etwa abnehmen, exiſtire. Man könnte ſich nämlich gerade dieſen Fall bei den phyſiologiſchen Effecten, wenn man die Geſetze der Reizbarkeit in Erwägung zieht, wohl denken. Wir wiſſen, daß die thieriſche Irritabilität durch ſchwache Reize angeregt, durch mäßig ſtarke noch mehr verſtärkt, durch zu ſtarke gelähmt wird. Hierauf beruht auch die tödtliche Einwirkung allzuheftiger elektriſcher Schläge, z. B. des Blitzes, großer Entladungen ſtarker Leidener Batterieen und dgl. Es läßt ſich daher erwarten, daß bei zunehmender Vermehrung der Säule die phyſiologiſchen Wirkungen abnehmen, während die chemiſchen, die thermiſchen, die magnetiſchen zunehmen. Die Verringerung des phyſiologiſchen Effects läge ſo nicht in der Säule, ſondern in dem thieriſchen Geſchöpfe oder dem animaliſchen Theile, welcher die galvaniſche Strömung auszuhalten hat. Anderſeits konnte aber auch die Intenſität und die Schnelligkeit des Stromes ſelbſt dieſe Eigenthümlichkeit bedingen. In den vergleichenden Experimenten von Ritter jedoch, wo mit Zunahme der Plattenpaare die Veränderungen der Funkenbildung, der Waſſerzerſetzung und der phyſiologiſchen Effecte unterſucht wurden, zeigte ſich zuerſt ein Maximum für die Verbrennungserſcheinungen und ſpäter für die Waſſerzerſetzung. Für die phyſiologiſche Einwirkung dagegen war kaum eine Maximalgrenze zu finden. Die Säule beſtand aus 1000 Ketten von Zink und Kupfer und mit Salzlöſung durchfeuchteten Tuchſcheiben von 1¾ Quadratzoll Berührungsfläche. Das Maximum der Verbrennung fiel bei 200; das der Waſſerzerſetzung bei 300. Die phyſiologiſche Wirkung nahm aber immer noch zu, als man ſelbſt die Zahl der Ketten bis auf 1500 ſteigerte. Wurde als Befeuchtungsmittel Salmiaklöſung genommen, ſo fiel das Maximum für die Funkenbildung zwiſchen 600 bis 800; für die chemiſche Zerſetzung noch nicht bei 2000. Die Erſchütterungen nahmen bis 2000 ſo ſehr zu, daß der Analogie nach das Summum der phyſiologiſchen Effecte erſt bei 18000 bis 20000 zu erwarten ſein dürfte. Nach Geſetzen, welche in der Folge erörtert werden ſollen, fühlt man bei gewöhnlichen Säulen von 10 — 50 Plattenpaaren und mehr bei dem Anfaſſen der Drähte mit trockener Haut gar Nichts. Die Wirkungen werden kenntlich, wenn die Haut mit Waſſer durchnetzt iſt und

[1]) M. J. Roberts und Poggendorff.

verstärken sich, sobald man sie mit Salmiaklösung oder Kochsalzsolution oder verdünnten Säuren befeuchtet. Ist dagegen die Zahl der Plattenpaare stärker, so erhält man auch bei der Schließung der Säule durch die trockene Haut heftige Schläge. Jedoch selbst unabhängig von der Zahl und der Größe der Plattenpaare zeigt sich bei vielen Zink-Kupfersäulen eine periodische Schwankung, die wahrscheinlich in den wechselnden elektrochemischen Verhältnissen ihren Grund hat. Man sieht oft, daß sich der physiologische Effect einer aufgebaueten Säule eine Zeit lang immer verstärkt, dann das Maximum erreicht und hierauf ziemlich schnell auf Null herabsinkt.

7) Nur bis zu einer bestimmten und zwar verhältnißmäßig sehr früh eintretenden Grenze verstärkt sich mit Vergrößerung der wirkenden Oberfläche der einzelnen Platten auch die physiologische Wirkung. Das Maximum der Plattengröße bestimmten Volta als eine Oberfläche, welche dem Durchschnitte des Handgelenkes gleich ist; Ritter zu 6 Zoll, van Marum und Pfaff zu 5 Zoll Diameter. Da sich andere Wirkungen, z. B. die elektromagnetische, über diese Grenze hinaus noch verstärken, so bedient man sich behufs der Studien solcher Effecte bisweilen Säulen, die aus wenigen, aber mit sehr großen Durchmessern versehenen Plattenpaaren bestehen. Zu physiologischen Versuchen wählt man kleinere Platten, die aber dafür in größerer Zahl vorhanden sind.

8) Bis zu einer gewissen Grenze rückt das Maximum der Zahl der Plattenpaare in gleichem Verhältnisse der Vergrößerung derselben weiter hinaus. Das Maximum von Plattenpaaren einer bestimmten wirkenden Oberfläche verdoppelt sich nach Pfaff, so wie die Plattenoberflächen sich verdoppeln. Wir haben also im Allgemeinen bei kleineren Platten kleinere, bei größeren größere Maxima. Doch findet sich auch hier eine gewisse Grenze, die nach Pfaff um so näher liegt, ein je besserer Leiter die zwischengelagerte Flüssigkeit ist, und um so entfernter fällt, je mehr der schließende Bogen leitet. Mit Ueberschreitung der Grenze der Plattengrößen tritt keine Verminderung des Effects ein.

9) Durch verschiedene Verstärkungsmittel, welche die Kette oder die Säule selbst, oder die Leiter, oder den galvanischen Strom, oder den empfangenden thierischen Theil betreffen, lassen sich die physiologischen Effecte vergrößern. Durch geeignete Mittel läßt sich dieses so weit treiben, daß ein einfaches Plattenpaar, welches bei einfacher Verbindung und bei unverletzter Haut so gut wie gar keine Wirkung hat, durch die Verstärkung unerträglich wird. Es ist jedoch noch nicht hinreichend untersucht, ob und wo die einzelnen, bald zu nennenden Verstärkungsmittel ihre Grenze finden.

10) Je größere erregende und chemisch wirkende Kraft die Leitungsflüssigkeit hat, um so stärker wird der galvanische Strom und um so stärker der physiologische Effect. Schon oben wurde angeführt, daß Ketten von Zink und Kupfer schwächer wirken, wenn destillirtes Wasser, als wenn Salmiak- oder Kochsalzlösung als Leiter vorhanden sind, und daß ein größerer Effect durch verdünnte Schwefelsäure erlangt wird. Hier vermehrt sich die Quantität und wahrscheinlich auch die Intensität des galvanischen Stroms und mit ihr die physiologische Wirkung so lange, als die zu starke Oxydation der Erreger der Einwirkung der Leitungsflüssigkeit kein Ziel setzt.

11) Je besser der schließende Bogen leitet, um so besser ist auch der physiologische Effect. Dieser Satz ergiebt sich aus leicht einzusehenden physikalischen Gründen von selbst. Daher ist z. B. Kupferdraht, Silberdraht, Platindraht eher, als Messingdraht zu empfehlen.

12) Je besser die Hautstellen, durch welche die Schließung der Kette erfolgt, durchfeuchtet sind, um so leichter und um so stärker wird der Effect wahrgenommen. Bedenkt man, daß die Epidermis überall aus verhornten Zellen und Blättchen besteht und daß die Horngebilde mehr oder minder der Reihe der Isolatoren angehören, so ergiebt sich schon hieraus, daß die Haut nur dann und insofern gut leiten und den Schluß der Kette wahrhaft bewirken kann, als sie durchfeuchtet ist. Ist der Widerstand, welchen die Epidermis, die Haare, die Federn, die Schuppen u. dgl. leisten, überwunden, so tritt nur der geringere Widerstand der Lederhaut entgegen. Die subcutanen Gebilde dagegen, welche im Allgemeinen durchfeuchteter als die Cutis sind, führen dann den Strom weiter und vermitteln so die Schließung. Obgleich bei den Wasserthieren die Haut mehr oder minder beständig feucht ist, so wirkt doch theils ihre Oberhaut, theils der auf der Oberfläche befindliche Schleim nebst anderen Stoffen, wie es scheint, bedeutend isolirend. Wenigstens erhält man auch hier z. B. bei Fröschen, Fischen nach dem Abziehen der Haut stärkere Effecte.

13) Wie der hornige Epidermidalüberzug schwach durchfeuchtet, vorzüglich aber lufttrocken im gesunden Zustande die Theile schützt, so auch bei den Einwirkungen des Galvanismus. Ist er entfernt, so werden diese auffallend stärker. Hat man an den Fingern, durch welche man die Entladung bewirkt, nur die geringste Verwundung, so werden galvanische Säulen von untergeordneter Kraft wegen der Intensität der entstehenden Schmerzen bald unerträglich. Je größer und tiefer die Wunde ist, in um so höherem Grade tritt dieses ceteris paribus ein. Aus diesem Grunde wirken auch galvanische Schläge auf Stellen, welche mit spanischen Fliegen belegt waren und von denen die Epidermis entfernt ist, wie Alex. von Humboldt schon erfuhr, so heftig ein. Aus derselben Ursache empfindet man die Schläge mehr, wenn man eben vorher die Säule aufgebaut und seine Finger mit der Kochsalzlösung, der verdünnten Schwefelsäure ꝛc. durchtränkt hat.

14) Combiniren sich daher in der durchfeuchtenden Flüssigkeit mit der Durchfeuchtung zugleich chemische Kräfte, welche die Haut angreifen, so wird dadurch der physiologische Effect verstärkt. In aufsteigender Ordnung scheinen in dieser Beziehung Salzlösungen, verdünntes Ammoniak, verdünnte Mineralsäuren und verdünnte Solutionen von kaustischem Kali zu wirken.

15) Durch Schließung mit verschiedenen Hautstellen kann auch Verstärkung oder Schwächung der physiologischen Wirkung hervorgerufen werden. Im Allgemeinen ist diese bei Hautstellen, welche nur von Epithelium überzogen werden, größer als bei solchen, welche von Epidermis bekleidet sind. Eine Säule z. B., welche bei wohl durchfeuchteten Fingern keine Empfindung erregt, erzeugt solche, sobald man die beiden Elektroden an die Oberfläche der Mundhöhle bringt. Auch in Betreff der einzelnen Stellen der äußern Haut existiren in dieser Beziehung Differenzen. Der Schmerz ist z. B. größer, wenn man bei ungefähr gleicher Durchfeuchtung die Elektroden an die Haut in der Gegend

der beiden äußeren Augenwinkel, als wenn man sie an die Fingerspitzen anlegt. Schon aus dieser einen Beobachtung erhellt, daß die Skale der Empfindlichkeit dieser Hautstellen nicht immer mit der der Tastempfindlichkeit zusammenfällt. Die größte Sensiblität scheint der Zunge zuzukommen. Säulen, welche auf die Haut gar nicht und auf die Schleimhaut der übrigen Mundhöhle schwach wirken, erregen schon sehr deutliche Geschmacksempfindung, weil hier das elektrolytische Moment der chemischen Bestandtheile des Speichels und des Mundschleims hinzukommt. Allein bei allen genannten Stellen functioniren noch die Zellen der Oberhaut oder das Epithelium als stärkere oder schwächere Isolatoren. Denn immerhin bleibt an verwundeten Hautstellen die Sensibilität am größten.

Auch rücksichtlich des Widerstands, welcher dem Elektricitätsstrome geleistet wird, erscheinen nach der Größe und Verschiedenheit der Hautstellen Differenzen. Nach Pouillet wenigstens verhält sich der Widerstand des menschlichen Körpers, wenn der Strom durch beide ganz in Quecksilber getauchte Hände eingeleitet wird, zu dem Widerstande, wenn die Strömung nur durch zwei Finger einer Hand eindringt = 77:11.

16) Vergrößerung der berührenden Hautoberfläche vermehrt auch den physiologischen Effect. Nach diesem Gesetze, dessen Gründe sich auch leicht einsehen lassen, verstärkt sich die Wirkung, wenn man die Elektroden mit den Handflächen, und verringert sich, wenn man sie mit den Fingerspitzen berührt. Eben deßhalb versieht man die Poldrähte mit massiven metallischen Handgriffen oder wählt selbst Metallplatten oder Metallstreifen zu Elektroden.

17) Unter gewissen Verhältnissen kann man durch bedeutende Verlängerung des dann spiralig eingerollten Schließungdrahts bei dem Oeffnen der Kette so bedeutende sensible Effecte erzeugen, daß schon ein Plattenpaar von 1 bis 2 Quadratzoll Oberfläche unerträglich wird. Bloße Vermehrung der Masse des leitenden Metalls hat diesen Effect nicht. Ich fand durchaus keine Veränderung der physiologischen Wirkung einer fünfpaarigen Kette von 1½ Quadratzoll Oberfläche der einzelnen Platten, wenn ich einen Zinkbarren von 1 Fuß Länge, ungefähr ½ Fuß Breite und 2½ Zoll Dicke als Leiter einschaltete. Gleich negativ blieb das Resultat, wenn ein Kupferblech von 56,32 Quadratfuß Oberfläche in gleicher Art angewendet wurde. In beiden Fällen geht wahrscheinlich der Strom an der Oberfläche oder durch den Körper auf kürzestem Wege hin. Auch Messingdraht scheint zu solchen Versuchen wenig zu taugen. Gerber und ich konnten keine oder wenigstens keine irgend bedeutende Verstärkung des Effects einer 25paarigen Säule wahrnehmen, wenn wir die Kette durch einen in einer einfachen Umbiegung ausgespannten 116 Fuß langen und 1,1 Linie dicken Messingdraht schloßen. Das Resultat blieb das Gleiche, wenn der genannte Draht schraubenförmig aufgerollt wurde, so daß der Durchmesser jeder Kreiswindung ungefähr 2″ betrug und die einzelnen Windungen einander nicht berührten, sondern überall durch eine Schicht atmosphärischer Luft getrennt wurden und isolirt waren. Dagegen eignen sich, wie schon die Versuche von Nobili, Jenkins, Faraday, Jacobi und Dove gelehrt haben, Eisen- und vorzüglich Kupferdrähte zu solchen Experimenten. Bei diesen letzteren scheinen dann immer stärkere Funkenbildung und stärkere physiologische Wirksamkeit parallel zu gehen. Der sogenannte elektrodynamische Condensator von Nobili besteht darin, daß zur Schließung der

Kette ein langer spiralig eingerollter Kupferdraht genommen wird. Hierbei erzielt man besonders durch Reiben der Endspitze der Elektrode an das in der Kette zur besseren Schließung angebrachte Quecksilber einen deutlichen Funken. Zur Verstärkung der physiologischen Wirkung, die nicht bei dem Schließen, sondern bei dem Oeffnen der Kette eintritt, bedarf es eines langen umsponnenen Eisen- oder Kupferdrahts. Jacobi's Apparat besteht darin, daß 800 Fuß ¾ Linien dicken Kupferdrahts, welche mit Seidenband wohl umwickelt sind, um einen Holzcylinder von 1½ Zoll Durchmesser liegen. Wird nun dieser Draht zum Schlusse einer Kette von nur ½ Quadratzoll Oberfläche angewendet, so erzeugt sich bei dem Oeffnen eine so heftige physiologische Wirkung, daß man nach Dove's Bemerkung wenig Lust fühlt, den Versuch zum zweiten Male zu wiederholen. Schon bei 300 — 400 Fuß Länge dieser elektrodynamischen Spirale oder Schnecke ist die Verstärkung sehr bedeutend. Hierher gehört wahrscheinlich auch die schon längst bekannte Thatsache, daß ein einfaches Zink-Kupferpaar weit besser physiologisch wirkt, wenn es durch mehrere eingeflochtene Kupferdrähte, als wenn es durch einen einfacheren starken Kupferdraht verbunden ist. Die Ursachen dieser Erscheinungen sind noch nicht ganz klar. Eine derselben besteht wahrscheinlich darin, daß, je schneller eine bestimmte Elektricitätsmenge einen Leiter durchströmt, die physiologischen Effecte und die Funkenbildung um so stärker werden. Daher auch, wie Dove in neuester Zeit richtig hervorgehoben hat, zwei in ihren physiologischen Wirkungen und in ihrer Funkenbildung gleiche Ströme oft in ungleichem Grade die Magnetnadel ablenken. Ob die von Moser aufgestellte, auch von Jacobi bekämpfte Ansicht, daß die Oeffnungseffecte von einer Verlangsamung des elektrischen Stroms herrühren, richtig sei, steht sehr dahin. Da nach Faraday der elektrische Strom, indem er in seiner Bewegung aufhört, wenn kein geschlossener Leiter neben ihm vorhanden ist, einen gleichgerichteten Strom in dem Schließungsdrahte selbst anregt, so giebt dieses wenigstens einen Fingerzeig für die Ursache der Verstärkung bei dem Oeffnen der Kette.

18) Einlegen eines Eisenkernes in eine unter Nro. 17 angeführte elektrodynamische Spirale verstärkt die physiologische Wirkung bei Oeffnung der Kette sehr bedeutend. Faraday erklärte auch diese Verstärkung durch seine Inductionsphänomene. Bei dem Schlusse der Kette wird der Eisenkern magnetisch. Dieser Magnetismus verschwindet bei dem Oeffnen. Das Aufhören desselben könne man sich als ein Verschwinden von elektrischen Strömen vorstellen. Nun erzeugt ein elektrischer Strom bei seinem Verschwinden in einem neben ihm befindlichen geschlossenen Leiter einen gleichgerichteten Strom. Dieses wird also auch in der elektrodynamischen Spirale stattfinden. Daher dann die durch den Eisenkern bewirkte Verstärkung der physiologischen Effecte bei dem Oeffnen der Kette. Auf die Erweiterung und theilweise Berichtigung dieser Erklärung durch Magnus werden wir bald zurückkommen.

19) Nur das Einbringen eines Eisenkerns in das Innere einer elektrodynamischen Spirale ruft die genannte Verstärkung hervor, während diese nicht erfolgt, wenn die Spirale mit einer Eisenhülse umgeben wird. Dieses erhellt aus den schon älteren Versuchen von Jenkins und Faraday.

20) Ein in eine elektrodynamische Spirale eingebrachter solider Eisenkern verstärkt die physiologischen Wirkungen und die Funkenbildung bei dem Oeffnen der Kette

in geringerem Maße, als ein hohler Eisencylinder. Schon Sturgeon fand die Oeffnungswirkungen stärker, wenn statt eines soliden Eisenkerns von einem bestimmten Umfange ein Cylinder von dünnem verzinnten Eisenblech von gleichem Umfange eingebracht wurde. Magnus bestätigte dieses nicht nur, sondern beobachtete auch, daß ein dickerer Eisencylinder, z. B. ein Flintenlauf, schwächer als ein Eisenblech wirkt.

21) Unterbrechung der Continuität des eingebrachten Eisenkerns verstärkt den Effect. So wirkt nach den Beobachtungen von Magnus ein Eisenblechrohr stärker, wenn man dasselbe der Länge nach aufschlitzt. So dient auch nach demselben Forscher ein spiralig eingerolltes Eisenblech besser als massives Eisen.

22) Besteht der eingeschobene Eisenkern nicht aus einem soliden Stücke, sondern aus einer Masse von Drähten, so tritt eine bedeutende Verstärkung ein. Diese Thatsache wurde zuerst von Bachhoffner und Sturgeon entdeckt und ist leicht zu bestätigen. Nach den Beobachtungen von Magnus ist es gleich, ob die Drähte aus weichem oder gehärtetem Eisen bestehen. Umsponnene und daher besser isolirte wirken stärker, als freie. Wahrscheinlich steht auch der Effect mit der Dünne und der Anzahl der Drähte bis zu einer gewissen Grenze in Verhältniß. Am günstigsten ist es, wenn man die in ein Bündel vereinigten Drähte unmittelbar in die elektrodynamische Spirale einschiebt. Nach den Beobachtungen von Magnus entsteht eine geringe Verstärkung durch die Drahtbündel, wenn man zuerst eine dünne Eisenblechröhre und in diese die Drahtbündel hineinfügt. Ist dagegen die Eisenröhre dicker, so erhält man durch eingeschobene Drahtbündel keine Verstärkung, der Effect ist der gleiche, als wenn die Eisenröhre allein angewendet worden wäre. Um nun die unter Nro. 20 — 22 erwähnten Phänomene zu erklären, erweitert und berichtigt Magnus zum Theil die oben unter Nro. 18 angeführte Faraday'sche Erklärung. Da bei dem Oeffnen des Schließungsdrahts in jedem neben ihm befindlichen geschlossenen Leiter ein dem verschwindenden gleichgerichteter Strom erzeugt wird, so entstehen auch bei dem Oeffnen der Kette in den Querschnitten des in der Spirale befindlichen Eisenkerns Ströme, welche mit denen der Spirale gleich gerichtet sind. Diese machen die Eisenmasse in derselben Richtung, wie während des Schlusses der Kette, magnetisch. Es wird also auch während des Oeffnens der Kette in der Eisenmasse Magnetismus erzeugt. Dieser aber hebt die inducirende Wirkung des verschwindenden Magnetismus auf den Schließungsdraht theilweise auf. Die Verstärkung ist nur dadurch möglich, daß die Effecte des bei dem Oeffnen der Kette entstehenden Magnetismus kleiner als die Wirkungen des durch Oeffnen der Kette verschwindenden Magnetismus sind. Da aber der entstehende Magnetismus durch die Continuität des Querschnitts der Oberfläche bedingt wird, so muß er bei unterbrochener Oberfläche (bei aufgeschlitzter Eisenröhre, spiralig eingerolltem Eisenbleche) bei Drahtbündeln geringer als bei continuirlichen Eisenröhren sein. Nach Dove rührt der Unterschied zwischem einem massiven Eisenkerne und Drahtbündeln nicht davon her, daß bei dem erstern die inducirende Wirkung geschwächt, sondern daß sie verzögert wird.

23) Die durch contactelektrische Ketten zu erzielenden Zuckungen erscheinen nur im Momente des Schließens oder der Oeffnung der Kette. Während der Dauer des Schlusses derselben bleiben sie aus. Bei scheinbarer Schließung

dagegen können unter gewissen Bedingungen sich sehr schnell hinter einander wiederholende Convulsionen erzielt werden. Läßt man eine verhältnißmäßig hinreichend starke Kette oder Säule auf einen Froschschenkel einwirken, so erhält man eine Zuckung, wenn man durch Application der zweiten Elektrode, nachdem die erste schon früher angelegt worden, die Kette schließt (Schließungszuckung). Eben so stellt sich oft eine Convulsion ein, sobald man die eine Elektrode entfernt und so die Kette öffnet (Oeffnungszuckung). Während aber beide Elektroden anliegen und so die Kette durch den thierischen Theil geschlossen ist, stellt sich in der Regel eben so wenig Zuckung ein, als wenn nur eine Elektrode applicirt und die Kette gar nicht geschlossen wird. Daß man es aber bei scheinbarem Schlusse der Kette zu einer perpetuirlichen Reihe von Zuckungen bringen könne, lehrt folgender Versuch. Man legt bei einem lebenden Frosche den M. gastrocnemius bloß und applicirt die eine Elektrode unmittelbar an den Muskel, während man das Ende der andern in einer geringen Distanz von der Muskeloberfläche entfernt hält. Es erscheint dann eine anhaltende Reihe von klonischen Convulsionen des Muskels. Durchschneidet man die Achillessehne, so daß die Verkürzung des Muskels eintritt, so werden die Zuckungen unregelmäßiger oder schwächer, oder bleiben auch ganz aus. Bindet man die durchschnittene Achillessehne fest und spannt so den Muskel wiederum an, so kehrt der alte stärkere Erfolg wieder. Das Experiment führt zu den gleichen Resultaten, wenn man die Enden beider Elektroden in sehr geringer Entfernung von der Muskeloberfläche hält. Dieser Versuch bildet aber keine Ausnahme von der allgemeineren Regel. Da bei fortdauernder Circulation eine mit Wasserdunst geschwängerte Evaporation von dem Muskel aus stattfindet, so scheint es, daß diese im Momente des Ausströmens derselben eine Schließung der Kette, im Momente des Fortströmens eine Isolation bewirkt. Für diese Erklärung spricht auch der Umstand, daß man den Effect sogleich aufhebt, wenn man ein Blatt Schreibpapier, ein Stückchen trockenen oder selbst befeuchteten Löschpapiers, ein Stückchen Leinwand dazwischen schiebt. Nach Durchschneidung der Schenkelarterie dauert die Wirkung die erste Zeit noch fort. Schiebt man unter den Hüftnerven die eine aus einem Kupferblatt bestehende Elektrode, während man ihm die Zinkelektrode möglichst nähert, so erhält man dieselben anhaltenden klonischen Convulsionen, die nur, wie es bisweilen scheint, etwas schwächer sind. Man erzielt auch die Wirkung mit oft ausgedehnteren Zuckungen, wenn man die Kupferelektrode unter den M. gastrocnemius applicirt und die Zinkelektrode dem N. ischiadicus möglichst nähert.

24) Wenn man beide Elektroden mit dem Nerven in Verbindung bringt, so steht oft das Erscheinen von Empfindung oder von Bewegung im Momente des Schließens oder des Oeffnens der Kette mit der Richtung des elektrischen Stromes nach folgendem Gesetze in Zusammenhang. Strömt die positive Elektricität centripetal ein, d. h. liegt die Elektrode des positiven Pols näher den peripherischen, die negative näher den centralen Enden der betroffenen Nervenprimitivfasern, so entsteht bei einem gewissen Grade des Galvanismus im Momente des Schließens Empfindung, im Momente des Oeffnens Bewegung. Ist umgekehrt der positive Strom centrifugal gerichtet, so er-

scheint unter gleichen Verhältnissen im Momente der Schließung Bewegung, im Momente der Oeffnung Empfindung. Die Strömungsrichtungen der positiven Elektricität erregen daher dann im Momente des Schlusses der Kette gleichgerichtete Strömungen des Nervenfluidums. Ist die galvanische Action verhältnißmäßig größer, oder der Organismus empfänglicher, so tritt bei der Schließung, wie bei der Oeffnung Empfindung und Bewegung ein. Allein bei centripetalem Strome ist die Schließungsempfindung und die Oeffnungszuckung, bei centrifugalem die Schließungszuckung und die Oeffnungsempfindung bedeutender, als der neben ihr erscheinende andere Factor des Effects. Dieser zum Theil schon von Ritter und später von Lehot und Bellingeri angedeutete Satz wurde von Marianini specieller nachgewiesen und wird daher auch schlechthin das Marianini'sche Gesetz genannt. Während dasselbe von italienischen (Matteucci) und französischen Forschern (Becquerel) als ganz gewiß angenommen wurde, haben deutsche Gelehrte dasselbe entweder ganz unberücksichtigt gelassen oder für unrichtig erklärt. Es ist allerdings wahr, daß man sehr häufig Ausnahmen desselben, ja oft das Entgegengesetzte antrifft, wie ich bei eigenen Versuchen häufig erfahren und in einem Beispiele auch schon oben angeführt habe. Allein wenigstens in vielen Fällen stellt sich die Sache vollkommen erwünscht dar. Man isolirt an einem enthaupteten und der Länge nach halbirten Frosche den Hüftnerven, entfernt alle übrigen Theile des Oberschenkels, so daß der Ueberrest der untern Extremität nur noch an dem N. ischiadicus hängt, taucht diese in ein mit Wasser gefülltes Gefäß B, die Vorderhälfte dagegen in ein ebenfalls mit Wasser gefülltes Gefäß A, und trocknet den Nerven möglichst gut ab. Ist nun die galvanische Kette oder Säule nicht verhältnißmäßig zu stark, sondern hat man den der Reizbarkeit des Präparats entsprechenden Grad getroffen, so entsteht eine Schließungszuckung, so wie man die positive Elektrode in A, die negative in B einsenkt. Werden die Elektroden gewechselt, so erhält man eine Oeffnungszuckung. Sind der Galvanismus oder die Reizbarkeit stärker, so erhält man bei dem Schließen und dem Oeffnen Convulsionen. Diese sind aber in dem erstern Falle bei dem Schließen, in dem letztern bei dem Oeffnen stärker. Die Hauptbedingung des Versuches ist, daß der elektrische Strom eben nur durch den Nerven und in der Richtung der Ausbreitung seiner Primitivfasern geleitet werde. Die Vernachlässigung dieses Umstandes ist ein sehr häufiger Grund des Mißlingens dieser Versuche. Befindet sich z. B. eine Flüssigkeitsschicht auf dem Nerven, so wird ein Theil des elektrischen Stromes unmittelbar durch diese in den Muskel hinein geführt und kann leicht das Resultat trüben. Eben so können durch den Stand der Reizbarkeit die Gesetze der noch später zu erörternden Volta'schen Alternative zu Irrungen Veranlassung geben. Noch häufiger werden die Ausnahmen, wenn man, um auch die Empfindungseindrücke beurtheilen zu wollen, statt eines enthaupteten Frosches einen lebenden anwendet. Nach den gegenwärtigen Kenntnissen läßt sich daher annehmen, daß das Marianini'sche Gesetz höchst wahrscheinlich richtig ist, daß sein Erscheinen aber in dem Experimente an so viele Nebenverhältnisse wesentlich geknüpft ist, daß höchst zahlreiche Ausnahmen desselben bei den darüber anzustellenden Versuchen eintreten. Ist es richtig, so lassen sich alle Phänomene desselben durch die Grundregel erklären, daß die Elektricitäts-

strömungen gleichgerichtete Nervenströmungen erregen. Nach einer richtigen Anschauung der Wirkungsweise einer einfachen oder zusammengesetzten Volta'schen Kette muß man sich vorstellen, daß im Momente der Schließung durch Vermittelung des schließenden Bogens ein stärkerer positiver Strom von dem positiven Metalle durch den Bogen nach dem negativen, und ein schwächerer negativer von dem negativen nach dem positiven gehe, während sich im Momente der Oeffnung der Kette das Verhältniß umkehrt. Ist nun die galvanische Wirksamkeit kräftig, so erzeugt sich bei centripetaler Richtung des Stromes während der Schließung eine stärkere Reaction in den centripetalen und eine schwächere in den centrifugalen Nervenfasern; bei der Oeffnung dagegen wird die Einwirkung auf die centrifugalen größer, auf die centripetalen schwächer sein. Das Umgekehrte wird bei centrifugaler Richtung der elektrischen Strömung stattfinden. Sind der Grad des Galvanismus und der Reizbarkeit so abgemessen, daß nur der stärkere Strom die Nervenfasern zu gleichläufiger Reaction anregt, so werden wir bei centripetalem Elektricitätsstrome nur Schließungsempfindungen und Oeffnungszuckungen, bei centrifugaler Strömung nur Schließungszuckungen und Oeffnungsempfindungen haben.

25) Sowohl die Schließungs-, als die Oeffnungszuckungen erscheinen, der eintretende Elektricitätsstrom mag dem (longitudinalen) Verlaufe der Nervenfasern parallel gehen oder die Richtung derselben unter senkrechtem oder schiefem Winkel schneiden. Matteucci glaubte sich zu der Aufstellung des Satzes berechtigt, daß ein Strom, welcher in einer die Länge des Nerven senkrecht schneidenden Richtung durchgeht, keine Zuckungen erregt. Da es ihm bei der geringen Dünne des Hüftnerven der Frösche unmöglich war, beide Pole, ohne daß sie einander berührten, einander gegenüber anzusetzen, so führte er folgenden Versuch aus. Er präparirte die eine Seitenhälfte eines enthaupteten Frosches, so daß Unterschenkel und Fuß nur an dem Hüftnerven hingen, und hing den Fuß selbst an einem Seidenfaden so auf, daß fast der ganze Hüftnerve in Wasser tauchte, da der Vordertheil dazu diente, es zu verhindern, daß nicht der Nerve horizontal auf dem Wasser schwamm. Zwei überfirnißte und nur an ihren Endspitzen freie Metalldrähte, welche an den Rändern des Wassergefäßes mit Lack befestigt waren, reichten in das Wasser und waren mit ihren Spitzen 3 bis 4 Millimeter von dem Nerven entfernt. Selbst bei 45 Plattenpaaren zeigte sich keine Contraction. Ich erhielt bei Wiederholung des Versuchs ein anderes Resultat. Ich wählte als Elektroden einer Säule von 10 Kupfer-Zinkplattenpaaren von $1\frac{1}{2}$ Quadratzoll Durchmesser zwei wohl überfirnißte Zinkblätter, welche an ihrem freien Ende nur an dem Vorderrande eine metallische Oberfläche hatten. Sie wurden so gebogen, daß diese freien Enden horizontal auf dem Boden eines Uhrglases in einer Distanz von einer Linie ruhten. Wurde zwischen ihnen als leitende Verbindung ein Tropfen Wasser mit dem Pinsel aufgetragen, so erhielt ich, wenn ich den Nerven liegend oder hängend in longitudinaler Richtung dazwischen brachte (so daß der elektrische Strom die Primitivfasern transversal schnitt), starke Zuckungen sowohl bei Oeffnung als bei Schließung der Kette. Das Resultat blieb gleich, wenn der Nerve isolirt schwebend in den Zwischenraum zwischen den beiden Elektroden hineingehalten wurde. Füllte man das ganze Uhrglas mit Wasser, so mangelten die Effecte auch nicht, erschienen aber oft schwächer. Bei abnehmender Reizbarkeit zeigte sich noch häufig die Eigenthümlichkeit, daß

bei gerade ausgestreckter, seiner natürlichen Stellung entsprechender Lage des Nerven Schließungs- ohne Oeffnungszuckungen eintraten, während, wenn der Nerve in der Richtung gegen den Gastrocnemius hin zurückgebogen wurde, Oeffnungs- ohne Schließungszuckungen erfolgten. Dagegen hat es mir oft ebenfalls geschienen, als wenn bei querer Einströmung die Convulsionen weniger intensiv und schwerer zu Stande kämen.

26) Da außer der Quantität, Intensität und Dauer der galvanischen Strömung als zweiter Factor der Wirkungen der Zustand des Nervensystems und die thierische Reizbarkeit selbst erscheinen, so realisirt sich auch hier eine Reihe von Gesetzen, welche vorzugsweise durch die letzteren Momente bestimmt werden. Hierher gehören die verschiedenen Effecte an verschiedenen Regionen des Nervensystems, die Folgen der Unterbrechung des Zusammenhangs der Nervenprimitivfasern, die Wirkungen der Enthauptung, der Ueberreizung, die Einflüsse gewisser Vergiftungen und wahrscheinlich die Phänomene der Volta'schen Alternative. Bei gut reizbaren Präparaten erzielt man Contractionen, die elektrische Strömung mag, an welcher Stelle des peripherischen Nervensystems sie wolle, die motorischen Primitivfasern treffen. Wenn sich aber die Irritabilität vermindert, so findet man, wie schon Valli und Ritter angegeben haben und wie leicht zu bestätigen ist, daß man, während von dem Muskel entferntere Nervenportionen bei Berührung mit den Elektroden effectlos bleiben, um so leichter und um so energischere Zuckungen erhält, je mehr man den Strom in der Nähe des Muskels einleitet. Nach Matteucci verhält es sich in Betreff der Empfindungen gerade umgekehrt. Die Schmerzensempfindung wird um so leichter und stärker, je näher man dem Rückenmarke kommt. Hiernach würde die Reizbarkeit in den motorischen Primitivfasern in centrifugalem, in sensiblen in centripetalem Wege, in beiden Fällen also in Richtungen, welche den Strömungen des Nervenfluidums entsprechen, erlöschen. Dieser Satz stimmt auch mit anderen Reizbarkeitsverhältnissen, z. B. dem Erlöschen der Irritabilität nach Trennung des Nerven bei einem lebenden Thiere. Daß Ligatur und Durchschneidung des Nerven die durch den Galvanismus entstehende Nervenströmung unterbreche, versteht sich von selbst. Eben so leicht erhellt, warum enthauptete Thiere leichter durch Bewegung reagiren, als unversehrte, weßhalb zu starke elektrische Ströme lähmen, schwächere dagegen reizen und anregen u. dgl. mehr. Daß nach gewissen Vergiftungen z. B. mit Opium, Blausäure und vorzüglich Strychnin sehr leicht tetanische Extensionskrämpfe entstehen, ist ebenfalls schon nach anderen physiologischen Erscheinungen zu erwarten und wird auch durch die Erfahrung vollkommen bestätigt. Wahrscheinlich gehört hierher eine schon von Nobili beobachtete, obgleich noch nicht hinreichend erklärte Thatsache. Läßt man durch einen präparirten Frosch eine Anzahl Schläge sehr rasch hinter einander durchgehen, so stellte sich Tetanus der Füße ein. Doch müssen hierzu noch gewisse unbekannte Bedingungen hinzukommen. Wenigstens sah ich auch unter diesen Verhältnissen, besonders bei schwächeren Säulen, klonische Flexions-, bei stärkeren aber allerdings tetanische Extensionskrämpfe eintreten. Nach Matteucci kann man entstandene tetanische Krämpfe durch einen centripetalen Strom momentan aufheben, während sie ein centrifugaler momentan verstärkt, eine Sache, die sich auch mir in manchen Fällen bestätigte, in anderen dagegen nicht deutlich er-

härtete. Endlich erweis't sich der galvanische Strom als ein überaus empfindlicher Reiz für die reizbaren Theile, da er oft die Energien dieser letzteren anregt, während schon mechanische und chemische Reize unfruchtbar bleiben. Eben so stellt auch die Ruhe die Reizempfänglichkeit für galvanische Strömungen um sehr vieles leichter, als für andere Irritamente wieder her.

27) Wenn bei Einleitung eines ersten elektrischen Stromes in einer bestimmten centripetalen oder centrifugalen Richtung keine Zuckung mehr erfolgt, so erhält man Convulsionen, sobald man einen in entgegengesetzter Richtung verlaufenden elektrischen Strom anbringt. Bleibt dieser endlich ohne Wirkung, so erfolgt diese, wenn die Reizbarkeit noch nicht gänzlich erschöpft ist, sobald man den Strom wieder in der ersten Direction einleitet u. s. f. Diese Einwirkung abwechselnd gerichteter Ströme nennt man die Volta'sche Alternative. Schon am lebenden Frosche kann man sich von der Wahrheit des ausgesprochenen Satzes leicht überzeugen. Man applicire z. B. die positive Elektrode einer aus 40 bis 50 Zinkkupferplattenpaaren von 2 Zoll Durchmesser bestehenden Säule an den Rücken, die negative an die Füße eines lebenden Frosches, und wechsele mit Schließen und Aufheben der Verbindung so lange ab, bis nur äußerst schwache oder gar keine Zuckungen mehr erscheinen. Ist dieses der Fall, so lege man die negative Elektrode an den Rücken, die positive an den Fuß. Es entstehen neue heftigere Zuckungen, die jedoch meist schwächer sind, als die, welche man am Anfange des Versuchs bei der ersten Strömungsrichtung erhalten hat. Auch erschöpft sich die Reizbarkeit für diese zweite Strömungsrichtung rascher. Ist dieses geschehen, so erzielt man durch abermaliges Umkehren der Strömung d. h. durch die erstere Strömungsrichtung neue stärkere Contractionen. Noch deutlicher erhält man die Effecte an präparirten Froschtheilen, sei es mit noch vorhandenem Rückenmarke, oder mit der Existenz des bloßen Hüftnerven, des Unterschenkels und des Fußes. Uebrigens wirkt Ruhe ähnlich, wie die Einwirkung der zweiten Volta'schen Alternative. Ist z. B. durch anhaltendes Galvanisiren nach Einströmen in centrifugaler Richtung keine Zusammenziehung mehr zu erzielen, so braucht man nur das Präparat eine Zeit lang ruhen zu lassen, um es für dieselbe Strömungsrichtung empfänglich zu machen. Daß ein Präparat, welches z. B. für einen schwächern centripetalen Strom unempfindlich geworden, noch auf einen gleichgerichteten stärkern Strom reagiren könne, versteht sich von selbst und wird auch durch die Erfahrung bewiesen. Aus den eben angeführten Thatsachen läßt sich aber leicht entnehmen, daß weder Reflexbewegungen, noch die durch anhaltende Schließung der Säule bedingte Schwächung derselben bei den Phänomenen der Volta'schen Alternative eine Rolle spielen.

28) Nicht bloß primäre, sondern auch secundäre contactelektrische Ströme können Zuckungen veranlassen. Der Beweis für diesen aus physikalischen Gründen gewissermaßen von selbst erhellenden Satz ergiebt sich aus folgenden Versuchen. Man wähle einen präparirten Froschschenkel, der zwar noch sehr kräftig reagirt, der aber nicht mehr so reizbar ist, daß die Application eines Metalles an den Hüftnerven Convulsionen erzeugt. Nun bringe man jede der beiden Elektroden einer aus 40 Plattenpaaren bestehenden kräftigen Säule in zwei gesonderte mit Wasser gefüllte Gläser und schließe die Kette, indem man einen Kupferdrahtbogen mit seinen beiden Enden in die beiden Gefäße taucht. Man

überzeugt sich hierauf, daß eine in gewöhnliches Wasser getauchte Kupferplatte bei Application an den Nerven keine Contractionen erzeugt. Hierauf taucht man dieselbe Kupferplatte in das Wasser, in welchem die positive Elektrode sich befindet und applicirt sie von Neuem. Man wird dann in geeigneten Fällen auf der Stelle constante Zuckungen erhalten. Der gleiche Versuch gelingt mit zwei Platten. Man wähle einen Froschschenkel, der, sobald man Nerv und Muskel mit zwei Platinblättern berührt und schließt, nicht zuckt. Taucht man die beiden Platinblätter in die beiden Gefäße, in welche die Elektroden der geschlossenen galvanischen Säule hineinragen und wiederholt den Versuch, so ist es ein Leichtes, Zuckungen hervorzurufen. Ein ähnliches Experiment gelingt mit dem Schließungsdrahte. Man wähle einen Messingdraht, der in Berührung mit Muskel und Nerven keine Convulsionen erzeugt. Nun tauche man die beiden Enden dieses Drahts in die beiden Wassergefäße, in welche die beiden Elektroden hineinragen, und applicire den Draht an Muskel und Nerven. Die Contractionen werden sehr leicht erscheinen. Uebrigens steht es bei allen diesen Versuchen dahin, ob die Effecte durch Vertheilung oder durch chemische Einwirkung entstehen. Denn Abtrocknen der Kupferplatte, der Platinblätter oder des Schließungsdrahts oder Eintauchen derselben in destillirtes Wasser hebt in der Regel die Wirkung auf.

29) Obwohl inducirte Ströme auch deutliche und oft sehr starke physiologische Effecte hervorrufen, so können diese unter gewissen Fällen doch schwächer sein, als die magnetischen. Da die schon oben erwähnten, durch die elektromagnetische Spirale und das Einlegen eines Eisenkerns zu erzielenden Verstärkungen bei dem Oeffnen der Kette auf Inductionsphänomenen beruhen, so erhellt schon hieraus von selbst, daß die elektrische Vertheilung zu großer Anregung vorzüglich der sensiblen Nerven fähig sei. Wir haben aber auch schon früher einen Versuch angeführt, wie ein inducirter Strom noch stark auf die Magnetnadel wirken könne, ohne je die geringste Zuckung hervorzurufen. Der Grund dieser letztern Erscheinung dürfte vorzüglich in der von der Entfernung abhängenden Schwächung und vielleicht der langsameren Strömung liegen.

30) Bei einfachen sowohl, als bei inducirten, überhaupt bei allen elektrischen Strömen ohne Unterschied erzeugen sich nur dann physiologische Effecte, wenn der thierische Theil einen Theil der Kette, der einen oder der andern Elektrode oder des Schließungsbogens ausmacht. Doch sind noch scheinbare Ausnahmen dieses allgemeinen Gesetzes möglich. Denn nimmt man z. B. einen Froschschenkel, dessen Reizbarkeit so weit geschwächt ist, daß er bei dem Auflegen des Hüftnerven auf einen Zinkstreifen keine oder nur Oeffnungszuckungen giebt, schließt dann durch dieses Zinkblech eine Kette von 40 Plattenpaaren und legt wieder den Nerven auf dieselbe, so erhält man nicht selten constante und starke Schließungszuckungen.

Bei der Darstellung der bis jetzt erörterten Gesetze wurden zugleich die Bedingungen angegeben, unter welchen Convulsionen erscheinen. Eben so haben wir die Fälle kennen gelernt, in welchen statt der gewöhnlichen klonischen Krämpfe tetanische zum Vorschein kommen. Endlich war auch bei einzelnen Gelegenheiten von den Schmerzensempfindungen die Rede, so daß wir in Betreff der letzteren nur Einzelnes noch nachzuholen haben.

Offenbar sind zwei Verhältnisse der galvanischen Wirkung geeignet, schmerzhafte Perceptionen hervorzurufen. 1) Der elektrische Strom in seiner specifischen Wirksamkeit auf das Nervenfluidum in den sensiblen Fasern und deren Repräsentanten im Gehirn selbst und 2) die elektrochemische Wirksamkeit der elektrischen Strömung. Durch den erstern Effect erhalten wir den eigenthümlichen Schlag, durch die letztere die besondere brennende Empfindung an den Stellen, wo die Elektroden mit der befeuchteten Haut oder dem durchnäßten organischen Theile in Berührung sind. Wir haben daher bei Anwendung der galvanischen Säule beide Eindrücke mehr oder minder combinirt, während bei der Reibungselektricität der erstere reiner hervortritt. So lange die galvanische Kette schwach oder die Reizempfänglichkeit gering ist, bleibt die Wirkung mehr local, die Empfindung des Brennenden herrscht vor oder ist neben dem Schlage sehr marquirt. Bei einer stärkern Säule erscheint neben dem localen Brennen auch ein Schlag, der sich um so weiter in dem Körper verbreitet, je stärker der Strom, je größer die Empfindlichkeit ist. Das knackende Ueberspringen an den Gelenken existirt dann hier eben so gut, als bei der Reibungselektricität. Die Intensität der schmerzhaften Empfindung steigert sich aber in einem äußerst bedeutenden Grade, sobald der Strom durch oder bei einer verwundeten Stelle läuft und noch mehr, wenn beide oder ein Elektrodenende an eine offene Wunde applicirt werden.

Eine eigenthümliche, leicht erklärbare Complication zeigt sich, wenn man sich bei stärkeren galvanischen Strömen als Enden der Elektroden hohler oder solider metallener Cylinder, welche man mit den Handflächen berührt, bedient; da durch den galvanischen Strom die Hände convulsivisch zusammengezogen werden, so erscheint es, als wenn es unmöglich wäre, sogleich, sobald man will, die Cylinder loszulassen und sich so mit der Kette außer Communication zu setzen.

Wir haben bis jetzt nur die Wirkungen der Contactelektricität auf die sensiblen und motorischen Fasern berücksichtigt. Es bleibt uns aber noch übrig, die Erscheinungen, welche an den Sinnesnerven beobachtet werden, anzuführen. Daß auch diese die galvanischen Strömungen mit ihren speciellen Energien beantworten, wurde schon früher bemerkt und folgt auch aus den bekannten Gesetzen der Nervenphysiologie von selbst. Vorzüglich auf der Erfahrung von Ritter fußend nahm und nimmt man zum Theil noch an, daß die beiden polaren Elektricitäten auch eine Grundverschiedenheit der Einwirkungen auf die Sinnesnerven bedingen. Der Kupferpol soll überall Verminderung, der Zinkpol Erhöhung der Perception hervorrufen. Auf welchen Gründen dieser Ausspruch bei dem Auge beruhe, wird sogleich bei Gelegenheit der Erfahrungen von Purkinje angeführt werden. Im Ohre soll die positive (?) Elektrode Verminderung des Gehöres, die negative (?) Verschärfung desselben und zugleich vermehrte Absonderung des Ohrenschmalzes hervorrufen. In der Nase soll die erstere Verminderung, die letztere Vermehrung der Schleimabsonderung bedingen. Auf der Zunge endlich soll der positive Pol neben dem sauren Geschmacke Abstumpfung des Geschmackssinnes und Vermehrung der Beweglichkeit der Zunge, der negative neben dem alkalischen Geschmacke Vermehrung der Sensibilität und Verminderung der Beweglichkeit der Zunge zur Folge haben[1]). Während aber einerseits

[1]) Osann in dem Berliner encyclopädischen Wörterbuche der medicinischen Wissenschaften. Bd. X. 1834. 8. S. 515.

dieſe Angaben durch ihren offenbaren theoretiſchen Schematismus auffallen, ſtehen ſie anderſeits mit anderen ſicherer gekannten Geſetzen in Widerſpruch. Der galvaniſche Reiz z. B. kann nicht ſowohl eine Abſonderung nach Verſchiedenheit ſeiner Pole vermehren oder vermindern, ſondern ihr nur durch die chemiſche Zerſetzung einen mehr ſauren oder mehr alkaliſchen Charakter aufdrücken. Erinnert man ſich an das oben angeführte Marianini'ſche Geſetz, ſo muß es bei der Zunge, welche rückſichtlich ihrer Beweglichkeit von den übrigen willkührlichen Muskeln keine ſo auffallende Ausnahme machen kann, in Betreff der Motilitätswirkungen ſehr davon abhängen, an welcher Stelle derſelben die Pole applicirt werden.

Für das Auge hat Purkinje[1]) die ausführlichſten Unterſuchungen geliefert. Er bediente ſich als Elektroden ſilberner Drähte oder meſſingener Kettchen. Die Berührungsſtelle ſelbſt wurde vor dem Brennen durch Auflegen von befeuchtetem Löſchpapier oder durchnäßter Leinwand geſchützt. Alle Experimente ſind der Deutlichkeit der Farbenwahrnehmung wegen im Finſtern angeſtellt worden. Applicirte er die Zinkelektrode an dem Bulbus, während die Kupferelektrode im Munde lag, ſo zeigte ſich in der Gegend des ſubjectiven Geſichtsfeldes, welche der Eintrittsſtelle des Sehnerven entſpricht, eine hellviolette lichte Scheibe. Im Achſenpunkte des Auges dagegen exiſtirte ein rhomboidaler dunkeler, von einem rhomboidalen gelblichen Lichtbande umgebener Fleck. Dann folgte ein gleich finſterer Zwiſchenraum und ein etwas ſchwächer leuchtendes gelbliches Rautenband. In der äußerſten Peripherie des Geſichtsfeldes endlich zeigte ſich ein ſchwacher lichtvioletter, bei dem Rollen des Auges an einzelnen Stellen heller werdender Schein. Bei dem Oeffnen der Kette oder dem Umkehren der Elektroden kehrten ſich auch die Farben, ſo wie die Licht- und die Schattenpartien um. Bei dem Schließen und Oeffnen ſind die Phänomene am ſtärkſten, ſehr ſchwach dagegen während der Dauer des Schluſſes derſelben. Zur beſſern Fixirung des ſubjectiven eben geſchilderten Lichtbildes ſind vorzugsweiſe feine Kettchen oder mit Silberdraht umſponnene Guitarrenſaiten als Elektroden anzuwenden. Auf eine ſehr ſcharfſinnige Weiſe erklärt nun hieraus Purkinje die oben erwähnte Ritter'ſche Angabe, über die verſchiedene Einwirkung der beiden Pole. Bei der Application des Kupferpoles wird der Achſenpunkt des Auges, alſo die Stelle, welche vorzugsweiſe zum Sehen dient, mit ſubjectivem Lichte überzogen. Dieſes muß einerſeits alle Schattenpartien der äußeren Objecte verdecken, während es anderſeits das Auge für äußeres Licht mehr oder minder unempfindlich macht, ſo daß ſelbſt die Lichtpartien der äußeren Gegenſtände weniger hervortreten, Licht und Schatten, Farben und Umriſſe an ihnen unbeſtimmter ſich darſtellen und ſo ihre Bilder mehr verfließen, undeutlicher werden läßt. Auch zu einer andern eigenthümlichen Folgerung findet Purkinje bei dieſer Beobachtung die Veranlaſſung. Da ſich nämlich zwiſchen den beiden nach den Polaritäten der Säule verſchieden farbigen Stellen ein dunkler Zwiſchenraum befindet, ſo ſieht er dieſen als einen Indifferenztheil an und betrachtet das hier ſich kund gebende Schema als + 0 — 0 + 0 ꝛc., als wenn jede der beiden Polaritäten von einem Minimo beginne und mit einem Minimo aufhöre, und ſo eine indifferente Stelle gleichſam als Wächter gegen ihr Zuſammenfließen, ihre Ausgleichung zwiſchen ſich hätte.

Bei Application der Elektroden an die Augenwinkel, die Stirn, die

[1]) Ruſt's Magazin für die geſammte Heilkunde. Bd. XX. 1825. 8. S. 31 — 50.

Wange und andere benachbarte Stellen werden die Figuren auf verschiedene Weise modificirt[1]).

In Betreff der anderen Sinnesorgane fehlen uns sichere Detailerfahrungen noch gänzlich. Im Gehörorgane entsteht Ohrensausen, bald mit dumpferen, bald mit feineren Tönen. Volta verglich die letzteren mit dem Geräusche, welches durch das Kochen einer zähen Substanz entsteht. Nach Ritter wird, wenn sich nur Eine Elektrode in Einem Ohre befindet, der Ton von dem positiven Pole tiefer, von dem negativen höher. Application der Elektroden in die Ohren zieht leicht Kopfweh, Betäubung, selbst Ohnmacht nach sich. Da die Felsenbeine wegen ihrer großen Dichtigkeit besonders leiten, so schlägt dann der Strom vorzüglich durch sie und die zwischen ihnen liegenden Hirntheile mit verstärkter Energie durch. Wie so die Gegend des Ohres besonders empfindlich wird, so zeichnet sich das Gehörorgan auch dadurch leicht aus, daß die subjectiven Reactionen länger verharren. Hat ein Mensch einen sehr bedeutenden Schlag einer Leidener Batterie erhalten, so empfindet er oft noch Ohrensausen, wenn schon alle anderen Symptome mit Ausnahme der Dumpfheit im Kopfe, des Einknickens der Kniee und der Muskelschwäche überhaupt verschwunden sind. Die schon früher erwähnte Angabe, daß das Ohrenschmalz sich verändere, bedarf zwar noch genauerer Bestätigung, hat aber wenigstens die Analogie mit anderen absondernden Flächen für sich.

In der Nase stellen sich bei Einbringen der Elektroden in dieselbe meist noch vor den sensuellen Symptomen die Zeichen der localen Reizung der Nasenschleimhaut, vermehrte Schleimabsonderung, Schmerz oder Kitzeln, Niesen und dgl. ein. Im Munde, wo natürlich die Flüssigkeiten chemisch verändert werden und so objective Geschmacksempfindung (schon bei bloßer Application Eines leicht oxydirbaren Metalles) unvermeidlich sind, finden sich ebenfalls Zusammenlaufen des Speichels nebst einem bedeutenderen oder geringeren Gefühle von Brennen oder Schmerz. Daß zugleich Symptome der Reizung der Schleimhaut hier leichter zum Vorschein kommen, versteht sich von selbst. Daß aber rein subjective Geschmacksempfindungen zugleich auftreten, erleidet keinen Zweifel. Vor Allem gehört hierher ein bekannter Volta'scher Versuch, welchen Pfaff und Joh. Müller ebenfalls auf diese Weise auslegen. Füllt man nämlich einen zinnernen Becher mit einer alkalischen Lauge, faßt ihn mit beiden zuvor befeuchteten Händen und berührt die Flüssigkeit mit der Zungenspitze, so hat man im Augenblicke des Contactes keine Geschmacksempfindung des Alkali, sondern einer Säure. Eben so entsteht eine Sensation des Sauren, wenn man einen Zinkstreifen an die Zungenspitze, eine Kupfer- oder besser noch eine Silberplatte an die Zungenwurzel bringt und hierauf die Kette schließt. Bei Umkehrung der Erreger wird die Perception von Alkali hervorgerufen.

Nach Verschiedenheit der contractilen Gewebe äußern sich auch die Einwirkungen des Galvanismus auf verschiedene Weise. Die Contraction der Muskeln, welche quer gestreifte Muskelfasern haben, selbst die des Herzens nicht ausgenommen, erfolgt stürmischer und hört dann auch rascher auf. Es ist eine energische, schnell verlaufende Zuckung, nach welcher die während der Ruhe bestehende Verlängerung bald wieder eintritt. Selbst bei vollkommen ausgeschnittenen oder von ihrem einen Ansatzpunkte losgelösten Muskelpartien, welche die durch ihre Decurtation bedingten zickzackförmi-

[1]) S. hierüber Purkinje a. a. O. S. 43 — 50.

gen Biegungen der Fasern beibehalten, erscheint nur, wie man an den Bauchmuskeln des Frosches sehr leicht sehen kann, eine momentane Annäherung und Vergrößerung der Zickzackbiegungen, eine wellenförmig dahin laufende Kräuselung und eine ähnliche Erhebung der Querstreifen. Stehen diese schnell dahineilenden Processe nach einem Momente still, so verharren die durch die Tonicität bedingten Zickzackbiegungen. Dieses Verhalten rührt von keiner eigenthümlichen Einwirkung des Galvanismus, sondern von der besondern functionellen Beschaffenheit der quergestreiften Muskelfasern her. Denn nach mechanischer oder chemischer Reizung der entsprechenden motorischen Nerven, in Folge willkührlicher Zusammenziehung im Leben sehen wir dasselbe. Eben so entstehen die durch galvanischen Reiz bedingten Contractionen der mit einfachen Muskelfasern versehenen Mittelschichten des Darmes, der Harnblase etwas langsamer und halten vorzüglich länger nach der Einwirkung an. Es entsteht entweder eine locale, z. B. furchenartige oder ringförmige Strictur oder durch Fortpflanzung auf Nachbartheile eine wahre peristaltische Bewegung. Es ist aber wahrscheinlich, daß die eigenthümliche Vertheilung der Muskelfasern am Darmrohre, an der Blase, an der Gebärmutter der Säugethiere, den Tuben dieser und des Menschen und dgl. das Meiste zu diesem letztern Momente beitrage. Denn einerseits verhalten sich die Zusammenziehungen des Musculus retractor penis des Pferdes in dieser Beziehung ähnlicher den Contractionen der willkührlichen Muskeln, und anderseits finden wir eine peristaltische Bewegung auch an der quergestreiften Muskulatur der Speiseröhre, an den musculöse Fäden enthaltenden Harnleitern, Samenleitern und anderen Drüsenausführungsgängen. Auch die einfachen Muskelfasern in den Netzbalken der cavernösen Körper des männlichen Gliedes, der Harnröhre und der Klitoris reagiren wahrscheinlich auf galvanische Strömungen. Nach einer gesunden Theorie der Erection läßt sich wenigstens dieses schon aus der Thatsache, daß man nach Ritter und Most auf diese Art Steifung des Gliedes hervorbringen könne, entnehmen. Die übrigen contractilen Gewebe haben eine sehr verschiedene Empfindlichkeit gegen Galvanismus. Am stärksten erscheint sie noch in der Regenbogenhaut; unbedeutender, oft ganz fehlend in den Häuten der Lymphgefäße und der Blutgefäße, so wie vielleicht der Tunica dartos und Null in der äußern Haut. Die Veränderungen, welche der Galvanismus in den Capillaren erzeugt, beruhen theils auf seiner reizenden Einwirkung, theils auf seinen Effecten auf die Wandungen der feinsten Blutgefäße, theils endlich auf seiner elektrochemischen Veränderung des Bluts. Diese, so wie die dadurch bedingte Metamorphose der Ernährungsflüssigkeit und die Reaction der Drüsenwandungen erzeugen auch Abweichungen der Secrete.

II. Magnetelektrische Strömungen. — Daß auch diesen bedeutende physiologische Wirkungen zukommen, wurde schon bemerkt. Auch kann man sich hiervon an den magnetelektrischen Rotationsmaschinen von Saxton, Clarke, Ettingshausen leicht überzeugen. Bei Befestigung der stärker wirkenden Spirale wird durch heftiges Umdrehen und schnelles Schließen und Losreißen des Ankers der Magnete die Empfindung bald äußerst stark, so daß sich Knacken in den Ellenbogen- und selbst den Schultergelenken einstellt. Besondere, eigenthümliche Perception konnte ich nicht wahrnehmen. Auch auf Frösche wirkt der Ettingshausen'sche Apparat sehr stark. Man erhält bei lebenden Thieren sehr leicht heftiges Schreien und lebhafte tetanische Krämpfe. Der exacte Nachweis des Marianini'schen Gesetzes ist hier noch weniger möglich.

III. Thermoelektrische Strömungen. — Um zu beweisen, daß auch diese Zuckungen am Froschschenkel erregen, schlägt Becquerel folgenden Versuch vor. Man nimmt einen Platindraht, dessen beide Enden spiralig eingerollt sind, legt die Schenkel eines Froschpräparates auf ein Platinblech, erhitzt das eine Spiralende bis zum Rothglühen und applicirt das glühende Ende an die Austrittsstelle der Nerven aus der Wirbelsäule, das kalte dagegen an die Schenkel. Es entstehen dann heftige Zuckungen. Geschieht die Application in umgekehrter Ordnung, so erhält man nur schwache Convulsionen. Um aus diesem Experimente mit Sicherheit Etwas schließen zu können, muß man sich überzeugen, daß die bloße Application des glühenden Endes keine Convulsionen hervorruft, — ein Umstand, der in vielen, wo nicht allen Fällen äußerst mißlich sein dürfte. Die Einwirkung der höhern Temperatur vermeidend gelangte ich auf folgendem Wege zu einem gewünschten Resultate. Man nimmt einen thermoelektrischen Kupfer-Eisenbogen mit endständiger Löthung, wie er zu thermomagnetischen Versuchen gebraucht wird, umwickelt das eine Kupferende mit dem Hüftnerven eines präparirten und auf einer Glasplatte isolirten Froschschenkels und applicirt das andere Kupferende an den Muskel. Entsteht keine Zuckung, so erhitzt man die endständige Löthungsspitze desjenigen Kupferdrahtes, welcher mit dem Nerven in Verbindung tritt. Noch lange ehe sich Rothglühen einstellt, erzeugen sich schon bei Schließung dieser Thermokette starke Convulsionen, während sie bei der Eröffnung mangeln. Ist umgekehrt das dem Muskel entsprechende Ende das erwärmte, so erhält man in der Regel keine bis schwache Zuckungen. Da bei diesem Experimente, selbst wenn die Endspitze rothglühend ist, die den Froschtheil berührende Hälfte des Kupferdrahtes der fühlenden Hand noch gar keinen höhern Wärmegrad zu erkennen giebt, so beweis't dieser Versuch vollständig, daß der bloße thermoelektrische Strom der physiologischen Wirkung nicht ermangelt.

IV. Chemischelektrische Wirkungen. — Da die Contactelektricität erst durch sensibel chemische Thätigkeit einen bedeutenderen Grad von Intensität erreicht und mit dieser Erhöhung der contactelektrischen Wirkung auch die physiologische zunimmt, so ergiebt sich schon hieraus, daß die durch chemische Zersetzung entstehenden elektrischen Ströme auch Nervenströmungen anregen. Abgesehen von den gewöhnlichen galvanischen Ketten und Säulen hat Becquerel einen leicht zu wiederholenden hierher gehörenden Versuch angegeben. Man lege ein Froschpräparat auf eine Glasplatte, bringe ein Platinblech mit dem Nerven, ein anderes mit dem Muskel in Berührung, tauche das freie Ende des erstern in ein Gefäß mit Säure, das des zweiten in ein solches mit Alkali und verbinde beide Gefäße durch einen befeuchteten Baumwollendocht. Sobald das letztere geschieht, erhält man ausgezeichnet starke Contractionen. Auf einfacherm Wege suchte ich auf folgende Art die physiologische Wirkung der chemischelektrischen Ströme anschaulich zu machen. Man fülle zwei Gläschen mit destillirtem Wasser, lasse in jedes derselben mit seinem einen Ende ein Platinblech tauchen, während der übrige Theil desselben auf einer Glasplatte ruht, wähle einen nicht zu reizbaren Froschschenkel, applicire den M. gastrocnemius desselben an das eine, den N. ischiadicus an das andere Platinblech, verbinde die beiden mit Wasser versehenen Gefäße durch einen Platindraht mit einander und überzeuge sich, daß dann weder Schließungs- noch Oeffnungszuckungen entstehen. Nun gieße man in das eine Gefäß einige Tropfen einer Mineral-

säure, z. B. Salpetersäure; man erhält dann so starke Schließungszuckungen, daß der Schenkel von dem Platinbleche hinwegspringt.

Es wurde schon früher besprochen, wie es bei den wechselseitigen Erregungen von Licht, Wärme, Magnetismus, Elektricität, Chemismus und Strömung des Nervenfluidums von Nebenverhältnissen abhängt, ob durch ein gleiches Quantum von Bewegung oder Dynamik des einen Agens eine größere oder geringere Menge eines anderen in Thätigkeit versetzt wird. Ein contactelektrischer Strom z. B. wirkt auf die Magnetnadel am günstigsten, wenn er durch einen sehr langen und dünnen, ein thermoelektrischer dagegen, wenn er durch kürzern und dickern Leitungsdraht geht. In der Grove'schen Säule concentrirt sich die Wirksamkeit in den elektrolytischen Erscheinungen und den Licht- und Wärmeeffecten, während die physiologischen Kräfte unbedeutender sind. Bei den mit einem Eisenkern von Drahtbündeln versehenen elektromagnetischen Schnecken dagegen findet das Umgekehrte statt. Die chemische Zersetzung eines einfachen kleinen Plattenpaares bleibt unbedeutend, während der physiologische Effect bei dem Oeffnen der Kette äußerst heftig erscheint. Oft, jedoch wie schon bemerkt wurde, nicht immer, gehen die chemischen und die magnetischen Phänomene einerseits, die Lichteffecte und die physiologischen Folgen anderseits einander parallel. Die letzteren werden in einem hohen Grade durch die Dichtigkeit und Schnelligkeit des elektrischen Stromes, die verschiedene Leitungsfähigkeit und Reizbarkeit der thierischen Theile und der einzelnen Geschöpfe bestimmt. Bei allen diesen Einflüssen aber erzeugen sich nur während der Bewegung der Elektricität, nicht aber während der Statik derselben, wahrnehmbare Folgen. Wir müssen daher bei dem praktischen Gebrauche des elektrischen Fluidums, abgesehen von den durch die Gesetze der lebenden Organismen erzeugten Normen, auf jene eben erwähnten physikalischen Bedingungen Rücksicht nehmen und nur von der in Bewegung versetzten, nicht aber der in statischer Ruhe befindlichen Elektricität Etwas erwarten, obgleich der alle Gesetze so oft vernachlässigende medicinische Aberglaube auch die Heilkräfte des letztern Zustandes in Anspruch nehmen zu können glaubte.

Man bedient sich zu Heilzwecken sehr verschiedener elektrischer Vorrichtungen. 1) Die zur Erzeugung der Reibungselektricität gebrauchten Apparate sind mit Recht seit der Entdeckung des Galvanismus und den Folgefortschritten derselben in den Hintergrund getreten. Der gelindeste denkbare Grad von vorgeschlagener Anwendung war, in einen kleinern Raum, z. B. die Luft eines Zimmers, möglichst viel Elektricität durch metallene an den Conductor befestigte Spitzen ausströmen zu lassen, um hierdurch die Vermehrung der Secretionen an der Haut, der Nasenschleimhaut und dgl. zu befördern. Es versteht sich von selbst, daß Dinge der Art nur noch historischen Werth haben. Eher denkbar ist die Anwendung des schon früher erwähnten elektrischen Bades und die des Durchströmens der Elektricität durch den Körper oder einen Theil desselben. Wird hierbei der Strom durch metallene Spitzen oder ein stumpfes Holz gegen eine bestimmte kranke Stelle geleitet, so nannte man dieses den elektrischen Hauch. Eben so versuchte man den Theil mit einem feuchten Schwamm zu bedecken und durch diesen vermittelst eines an ihn applicirten Conductors Elektricität einströmen zu lassen. Bei der Frictionselektricität sowohl, als bei der galvanischen versuchte man auch gestielte, den Theilen angepaßte Platten und Strahlenspitzen, um die Ströme einzuführen. Die sogenannte Metallbürste besteht in einem an der einen Fläche mit Spitzen versehenen Bleche. Diese werden unter die Haut

eingestochen, um so die Durchleitung der Elektricität durch die feuchten subcutanen Theile zu erleichtern. Alle diese und ähnliche meist überflüssige Instrumente können sowohl zu bloßer Einströmung der Elektricität, als zu elektrischen Schlägen dienen. Für diese gebraucht man dann eine Elektrisirmaschine mit Conductor und Isolirschemmel oder mit Leidener Flaschen, an welchen letzteren das Lane'sche Elektrometer den Spannungsgrad zur Sicherheit anzeigt. 2) Einfache galvanische Ketten, welche bloß local wirken sollen, haben nur einen beschränkten Gebrauch. So empfahl z. B. Kilian eine aus zwei elektrisch entgegengesetzten Metallen bestehende Geburtszange, um die mangelnden Zusammenziehungen des Uterus anzuregen. Am einfachsten dürfte dann sein, die eine Branche aus Kupfer oder Eisen, die andere aus Zink anfertigen zu lassen. Die Erfahrung hat aber hier überhaupt noch zu entscheiden, ob bei jener Schwäche der Gebärmutterzusammenziehung, welche die Anwendung des Instrumentes erheischte, dieses überhaupt noch wirkte und ob, wenn die Effecte stärker sind, alle schädlichen Einwirkungen für Uterus und Kind ausblieben. 3) Zusammengesetzte Volta'sche Vorrichtungen, seien es Säulen, welche in neuerer Zeit zu medicinischen Zwecken fast ausschließlich gebraucht wurden, oder Trog- oder Becherapparate. Da nur die in Bewegung gesetzte, nicht die statische Elektricität physiologisch wirkt, so stellt sich die Aufgabe, innerhalb einer bestimmten Zeit so viele Schließungen und Oeffnungen als möglich hervorzurufen. Am leichtesten erfolgt dieses, wenn man das Neef'sche Hitzrad oder irgend einen andern einfachen oder mit einem Uhrwerk versehenen Commutator zu Rathe zieht, oder wenn, wie bei dem Neef'schen Magnetelektromotor die Maschine selbst diesen Dienst verrichtet. Je kürzer die Dauer des statischen Schlusses der Kette ist, je rascher Schließung und Oeffnung auf einander folgen, um so energischer wirkt der Apparat ein. Bedient man sich des Neef'schen Magnetelektromotors, so hat man noch den Vortheil, die organischen Theile einem magnetelektrischen Wasserbade aussetzen zu können, da man nicht bloß bei Berührung der Elektroden, sondern auch in dem zwischen ihnen befindlichen Raume und in einer gewissen Circumferenz im Wasser die Schläge erhält. 4) Volta'sche Ketten oder Säulen mit Verstärkungsapparaten. Hierher gehören die schon oben erwähnten Vorrichtungen mit langen umsponnenen Leitungsdrähten, das Einbringen von Stahlbündeln, die elektromagnetischen Spiralen und Schnecken und dgl., bei welchen allen auch Commutatoren und Gyrotrope angebracht werden können. 5) Magnetelektrische Maschinen, vorzüglich Rotationsapparate, wie sie ebenfalls schon früher angeführt wurden und bei welchen natürlicherweise ein Commutator durch das Drehen selbst ersetzt wird, wie bei dem Apparate von Sarton, von Clarke, von Ettingshausen, oder die Maschine selbst durch ihr Arbeiten diesen Dienst verrichtet, wie bei dem Magnetelektromotor von Neef. Da die unter Nr. 4. und 5. genannten Apparate sowohl hinsichtlich der nothwendigen Vorbereitung, des für jeden einzelnen Versuch nothwendigen Kostenaufwandes und vorzüglich der Intensität der Wirkung sehr bedeutende Vortheile vor den gewöhnlichen Volta'schen Säulen gewähren, so müssen sie auch von jedem Arzte, welcher den Fortschritten der Zeit folgt, vorzugsweise in Gebrauch gezogen werden. Hierbei kann man sich dann entweder metallischer Leiter unmittelbar oder nach Bedeckung der zu berührenden Hautstellen mit Oel, eingeölter oder befeuchteter Leinewand, Flanell und dgl. bedienen oder Acupunkturnadeln oder andere die Haut durchbohrende Instrumente, die aber sämmtlich von nicht leicht oxydirbaren Metallen, z. B. von Gold und

vorzüglich Platin sein müssen, gebrauchen. Die letzteren sind dann vorzuziehen, wenn es sich, wie bei Lähmungen einzelner Nerven, darum handelt, den elektrischen Strom vorzugsweise auf ein beschränkteres Gebiet und auf dieses unmittelbar zu richten.

Die Elektricität gehört zu denjenigen Mitteln, welche bei den verschiedensten Krankheiten versucht und empfohlen, bald gegen Alles angewendet, bald zu sehr in den Hintergrund gestellt worden ist. Bedenkt man nun überdies, daß man sie schon oft gebrauchte, ohne sich ihrer Wirkungsweise deutlich bewußt zu sein, und daß man selbst häufig ihre verschiedenen Strömungsrichtungen, ihre anderen physikalischen Grundbedingungen gar nicht berücksichtigte, so darf es nicht wundern, wenn gegen die Anpreisungen, welche in dieser Beziehung von einzelnen Physikern und Aerzten gemacht wurden, eine Reaction der Vernachlässigung von Anderen eingetreten ist. Es sind daher heute noch die Indicationen für die Anwendung dieses Agens nichts weniger als sicher und wissenschaftlich festgestellt. Wir wissen noch nicht genau, welche Wirkungen die Reibungselektricität und welche der Galvanismus und die anderen Elektricitätsarten haben. Die widerlichen Versuche, welche mit galvanischen Säulen früher auf dem Continente, und in neuerer Zeit noch vorzüglich in Amerika an Hingerichteten angestellt wurden, geben gar keine wesentliche Belehrung und beweisen nur — woran kein Mensch zweifeln wird und was sich an jeder amputirten Extremität eben so gut darthun ließe — daß auch der menschliche Organismus, gleich dem thierischen gegen den Galvanismus empfindlich ist.

Der Gebrauch der Elektricität und vorzüglich des Galvanismus wurde empfohlen:

1) Zur Belebung des Scheintodes. Hierfür sprachen die an Thieren und Menschen gemachten Erfahrungen von Alex. v. Humboldt, Abildgaard, Bernouilli, Valli, Caldani, Pfaff, Creve, Bremser u. A. Allein hier dürfte die Elektricität nur eine sehr beschränkte Anwendung finden. Der galvanische Reiz kann höchstens dazu dienen, uns zu überzeugen, ob überhaupt noch Reizbarkeit vorhanden ist. Ob neben dieser das Totalleben noch bestehe, ist eine andere Frage. Weiter dagegen sich auf galvanische Kräfte in solchen kritischen, rasche und energische Hülfe verlangenden Fällen zu verlassen, wäre sehr tadelnswerth. Wir haben einerseits kräftigere hier zum Ziele führende Mittel. Anderseits könnte der Galvanismus selbst oft eher schaden, als nützen, da die Intensität des Stromes sehr leicht die schwache Grenze, hinter welcher er die erlöschende Lebensflamme nicht mehr belebt, sondern durch Ueberreizung vernichtet, überschreiten kann.

2) Von wahrem Nutzen ist die Anwendung der Elektricität in paralytischen Nervenkrankheiten aller Art. Hier ist auch das Princip, aus welchem die heilkräftige Wirkung hervorgeht, klarer. Ein jedes Organ muß sich, je mehr an Kraft verbraucht wird, um so mehr redintegriren, einen um so regern Stoffwechsel in sich unterhalten, sich dadurch mehr beleben und wiederum so zu größerer Kraftäußerung geschickt werden. Schon gesunde Organe werden durch Uebung stärker. Da nun aber die elektrischen Strömungen Strömungen des Nervenfluidums anregen, so setzen wir dadurch den paralytischen Nerven in Thätigkeit und können ihn, wenn nicht überhaupt die Nervenströmung in ihm unterbrochen oder unter alle Reaction gesunken ist, durch anhaltende Uebung der Art zu neuem Leben zurückführen. Die Grundbedingung ist aber hier, daß die Lähmung auf einem bloßen Minus der Nervenkraft beruhe. Liegen organische Fehler zum Grunde, hat der Nerv eine

zu große Reizempfänglichkeit und arbeitet daher in ſeiner ſubjectiven Energie um ſo mehr, je weniger er objective Eindrücke zu erfaſſen vermag, ſo kann natürlich die Elektricität nur ohne allen Erfolg bleiben oder das Uebel nur noch vermehren, wenn nicht noch andere Nebenverhältniſſe jene erhöhte Reizempfänglichkeit vermindern. Daher ſehen wir täglich ältere Lähmungen, welche nach Nervenfiebern, nach mechaniſchen Erſchütterungen, nach Vergiftungen, z. B. Bleikolik u. dgl., entſtanden ſind, durch Galvanismus gebeſſert oder geheilt werden. Der Gleichheit des Grundprincipes wegen erſtreckt ſich die Möglichkeit dieſer Anwendung auf ſenſuelle, ſenſible und motoriſche Nerven. Amauroſe und Taubheit ſind oft auf dieſem Wege vermindert, wo nicht gänzlich entfernt worden. Das Gefühl, ſo wie die Beweglichkeit gelähmter Theile und Glieder kehrt nicht ſelten nach anhaltender Application galvaniſcher Ströme wieder. Krämpfe, welche als Folge zu geringer Kraft der Nervenſtrömung und daher entſtehender Ueberreizung gedacht werden können, wie bei hierhergehörenden Fällen von Hyſterie, Chorea, Katalepſie u. dgl., ſind durch Galvanismus eingeſtellt worden. Eben ſo gehören wahrſcheinlich hierher die glücklichen Reſultate, welche bei Stimmloſigkeit oder Stimmfehlern von Grappengießer, Ramm, Magendie u. A. angegeben worden, ſo wie von Heilungen von Muskelverkürzungen und Schielen, welche Leiden aber natürlich leichter, ſchneller und gefahrloſer durch die Operation beſeitigt werden. Mehr Aufmerkſamkeit dürfte in dieſer Beziehung die auf dieſem Wege auch ſchon geheilte Ptoſis verdienen. Der Vorſchlag, bei Leiden, wie Volvulus, Intussusceptio intestinorum, durch galvaniſche Strömungen Contractionen zu erzeugen, ſcheint kaum annehmbar. Denn gezwungen, die Strömung ohne Kenntniß der Details des Uebels durchgehen zulaſſen, hinge es bei eintretender Wirkung faſt ganz vom Zufall ab, ob wir das Leiden heben oder die Einſchnürung vermehren. Wollten wir bei Hernia incarcerata, wie Leroy empfahl, durch Galvanismus Erhöhung der periſtaltiſchen Bewegung und ſo das Herausziehen der eingeklemmten Darmſchlinge aus dem eingeſchnürten Bruche bewirken, ſo bliebe dieſes nur ein letztes, vor der Operation allenfalls noch zu machendes Verſuchsmittel, wenn uns die gewiß nicht minder ſtark wirkenden Larantien dieſen Dienſt nicht geleiſtet haben. Von localer Anwendung galvaniſcher Ströme auf die Einſchnürungsſtelle kann aus doppeltem Grunde nicht die Rede ſein, weil die contractilen nicht musculöſen Theile einerſeits gegen Galvanismus ſehr träge reagiren, und anderſeits die entzündliche Reizung der einklemmenden und eingeklemmten Theile ſo nur noch vermehrt werden könnte. Mehr Beachtung verdient der Vorſchlag, nach La Beaume bei hartnäckiger, aus reiner Atonie der Gedärme hervorgehender Leibesverſtopfung, bei Mangel der Contraction der Gebärmutter u. dgl. den Galvanismus zu verſuchen. Seine Anwendung bei Kopfſchmerz, bei Epilepſie, Cardialgie, Hydrophobie und dgl. dürften durchaus zu verwerfen ſein, weil hier der mögliche Nutzen den möglichen Schaden kaum aufwiegt, es ſei denn, daß nach den eben angeführten Prinzipien die Indicationen feſtgeſtellt werden, oder daß man in Verzweiflungsfällen den Grundſatz melius remedium anceps quam nullum in Anwendung ſetzen wollte. Bei dem auch hierher gehörenden Geſichtsſchmerze treten meiſt die eben beſprochenen Verhältniſſe ein. Jedoch führen Reinhold, Magendie und Friedländer Fälle von Erleichterung an, und Magendie und James empfehlen in neueſter Zeit den Galvanismus bei Nervenſchmerzen des Geſichtes und anderer Körpertheile, halten jedoch hierbei den Gebrauch von Acupunkturnadeln von Platin für weſentlich. Bei allen dieſen Leiden

kann natürlich nur dann von Anwendung des Galvanismus die Rede sein, wenn die Krankheit des Nervensystems nicht die Folge eines andern, die Grundbedingung bildenden organischen Leidens ist. Sonst vermag natürlich das Symptom als Folge bei Fortbestehen der Ursache nicht gehoben zu werden. Hiernach dürfte z. B. die von Matteucci empfohlene Anwendung des Galvanismus bei Tetanus traumaticus, welche viele Aerzte von diesem Agens bei Lähmungen durch organische Fehler machen, von selbst zu beurtheilen sein.

In der Praxis wurden meist hierbei beide Pole ohne Unterschied angewendet. Da sich bei dem Oeffnen der Kette eine dem bei dem Schlusse derselben erscheinenden Strome entgegengesetzte Strömung einstellt, da überdieß das Marianini'sche Gesetz häufige Ausnahmen erleidet, so wird diese Indifferenz erklärlicher. Da jedoch der entgegengesetzte Oeffnungsstrom immer schwächer, als der Schließungsstrom ist, so könnte man vielleicht in einzelnen Fällen (bei Anwendung der Inductionsapparate fällt dieses natürlich von selbst hinweg) Kraft ersparen, wenn man das Marianini'sche Gesetz berücksichtigte. Es müßte denn, wenn die Anregung sensueller oder sensibler Nerven zur Aufgabe wird, die Strömung centripetal, bei Excitation der motorischen Nerven centrifugal eingeleitet werden. Bei tetanischen Kräften müßte man centripetale Strömungen wählen u. dgl. Für die Anwendung am Auge schlägt Purkinje nach seinen oben angeführten Erfahrungen vor, daß bei beginnender Amaurose, welche mit subjectiven Lichtbildern verbunden ist, der Zinkpol, der den Achsenpunkt des Auges von subjectivem Lichte befreie, bei schwarzem Staare dagegen, welcher von vorn herein mit directer Schwäche auftrete, der Kupferpol in möglichster Nähe des Gesichtsorganes applicirt werde. Auch das Gesetz der Volta'schen Alternative wäre bei solchen medicinischen Anwendungen des Galvanismus nicht zu übersehen.

3) Nicht bloß zur Reaction des Nervensystemes des menschlichen Körpers selbst, sondern auch der in ihm wohnenden Entozoen sollte der Galvanismus dienen. Es wurde nämlich vorgeschlagen, ihn zur Diagnose der Existenz des Bandwurmes zu benutzen. Schon die bloße Anwendung des elektrischen Bades sollte das Thier in Unruhe versetzen, während einige starke elektrische Schläge dasselbe tödteten. Die Bandwurmzufälle sollten sich nach Fricke bisweilen beruhigen. Taenien sind von Busch durch solche Methoden abgetrieben worden.

4) Dadurch, daß durch den elektrischen Strom Ausdünstungsströmungen befördert werden, dachte man an die Anwendung derselben zur Anregung der Hautthätigkeit, z. B. nach zurückgetretenen Ausschlägen, bei Gicht, bei Rheumatismus chronicus, bei der asiatischen Cholera. Theils hierauf, theils auf ihre muskulomotorischen Effecte basirt sich wahrscheinlich die Empfehlung der Reibungselektricität und des Galvanismus bei Amenorrhoe und Dysmenorrhoe.

5) Die thermischen Wirkungen der Elektricität könnten medicinisch benutzt werden, wenn nicht einfachere Mittel durch unmittelbares Brennen zu Gebote ständen. Zu plötzlichem Ausbrennen torpider Fistelgänge, zum plötzlichen Aussetzen von Moxen könnte z. B. die Application der geeignet geformten Elektroden, welche mit einer Grove'schen Säule verbunden sind, leicht dienen. Vielleicht, daß eine solche Methode bei sehr gewundenen Fisteln, welche vollständig durchbrannt werden müssen und bei welchen das Einbringen des Metalldrahtes längere Zeit dauert, in Anwendung zu ziehen.

ſind. Eben ſo dürfte vielleicht die in der Privatpraxis ſo oft Schwierigkeiten erregende Anwendung des Glüheiſens auf dieſe Art umgangen werden.

6) Nächſt den Neuralwirkungen könnten die elektrochemiſchen Effecte des Galvanismus noch die größte Anwendung erlauben. Ob er in Ausnahmsfällen bei Hämorrhagien zur Coagulation des Blutes und zur Stillung der Blutung zu gebrauchen ſei, ſteht dahin. Eben ſo ſehr iſt es zu bezweifeln, ob der theoretiſch gemachte Vorſchlag, Steine, Gichtconcremente u. dgl. durch den Galvanismus aufzulöſen, nicht bloß zu den Phantasmen der Studirzimmer gehört. Der Prüfung werth dürfte vielleicht die Idee von Orioli ſein, die ſchädlichen Abſonderungen der Geſchwüre durch Galvanismus zu verbeſſern. Geſetzt, ein Geſchwür bringt ein ſaures, die Umgebung anfreſſendes Secret hervor, ſo könnte man verſuchsweiſe nach Mausford ſo verfahren, daß man eine Zinkplatte, welche durch einen Metallbogen mit einer an der befeuchteten Haut befeſtigten Kupferplatte in Verbindung ſtände, auf der Geſchwürsfläche mittelſt einer geeigneten Bandage liegend erhielte. Gegen dieſen Vorſchlag ſpricht vielleicht nur der Umſtand, daß man ſo auch kein neutrales Secret erhält. Eben ſo wäre es nicht undenkbar, zu verſuchen, ob nicht dasjenige Magenleiden, welches nach Thomſon durch Neutralität oder Alkalescenz des Magenſaftes bedingt wird, eine ähnliche Correction durch geeignet eingebrachte, als Elektroden dienende Acupunkturnadeln entfernt werden könnte. Endlich will Fabré-Palaprat noch das bekannte, von Davy entdeckte Ueberführen von Stoffen durch die galvaniſche Strömung praktiſch in Gebrauch gezogen haben. Er trocknete einer Frau die Haut der beiden Arme ſo ſehr als möglich ab, legte an den einen eine kleine, mit Jodkaliumlöſung durchtränkte, an den andern eine mit Stärkemehl verſetzte feuchte Compreſſe, bedeckte die erſtere mit einer mit dem poſitiven, die letztere mit einer mit dem negativen Pole einer Säule in Verbindung ſtehenden Platinplatte, und ſah bald, daß das Stärkemehl blau wurde. Nach Entblößung der Haut von der Epidermis verſtärkten ſich dieſe Wirkungen. Um daher z. B. Jod in das Innere einer Geſchwulſt einzuführen, brauche man nur mehre, mit dem negativen Pole in Verbindung ſtehende Nadeln in jene einzuſtechen. Fabré-Palaprat will hierdurch Verhärtungen, welche ſonſt allen Medicamenten widerſtanden, aufgelöſ't haben. Eben ſo wurden, wie noch die neueſten Erfahrungen von Cruſell und Lerche erhärten, Trübungen der Hornhaut, Cataracten u. dgl. durch Galvanismus aufgehellt. Man bringt zu dieſem Zwecke die Kupferelektrode einer einfachen Kette, bei welcher Schwefelſäure als Leiter gebraucht wird, an das Auge, die Zinkelektrode dagegen in den Mund, vorzüglich an die Zunge. Es läßt ſich aber nicht leugnen, daß alle dieſe Angaben noch zu wenig geprüft worden ſind, als daß ſich ein beſtimmtes Urtheil über ihren Werth und die ſpeciellen Anzeigen zu Realiſirung der genannten Vorſchläge fällen ließe. Theoretiſch haben ſie mehr oder minder noch das gegen ſich, daß die galvaniſchen Ströme, abgeſehen von anderen leichter zu Gebote ſtehenden Mitteln, einerſeits ſehr reizend wirken können und momentan angewendet ihren Zweck verfehlen, anhaltend applicirt, zu ſehr aufregen und zerſtören müſſen und daß man anderſeits durch ſie keine neutralen, ſondern entſchieden ſauere oder entſchieden alkaliſche Producte erhält. Daher dürfte auch bei Geſchwülſten, zur Reifung von Bubonen und anderen Tumoren die Reizung ſelbſt einen vorzüglichen Hebel ausmachen.

Die techniſche Anwendung der phyſiologiſchen Wirkungen des Galvanismus ſind natürlicherweiſe beſchränkter als die jedes andern Effectes elektriſcher Strömungen. So viel ich weiß, hat nur Vorſſelmann de Heer ſeinen elektriſchen Telegraphen hierauf baſirt.

G. Valentin.

Gehirn.

Das Gehirn gehört zu den Theilen des Körpers, deſſen phyſiologiſche Verhältniſſe am wenigſten bekannt ſind. Dies liegt zum Theil an der Unmöglichkeit, mit unſeren jetzigen Hülfsmitteln den Gang der Faſerung zu ergründen, ohne deren Erkenntniß die wichtigſten Fragen unlösbar bleiben, zum Theil an der zu materialiſtiſchen Richtung der vergleichenden Anatomie, welche die Verſchiedenheiten des Hirnbaues unterſuchte, ohne die Differenzen der Seelenthätigkeiten in Rückſicht zu nehmen. Faſt kann man ſagen, es liege zwiſchen Anatomie und Phyſiologie des Gehirns noch eine Kluft ohne Brücke, und wir halten uns daher für berechtigt, die morphologiſchen Verhältniſſe des fraglichen Organs nur in der Kürze zu berühren.

I. Anatomiſches.

A. Entwicklung des Gehirns. — Wenn man die Gehirne der Thiere mit dem des Menſchen vergleicht, ſo findet man, in den oberen Klaſſen wenigſtens, ſehr deutlich Bildungen, die den verſchiedenen Entwicklungsſtufen ähneln, welche das menſchliche Gehirn von ſeinem erſten Entſtehen bis zu ſeiner vollkommenen Ausbildung zu durchlaufen hat. Die Centralorgane des Nervenſyſtems werden im Anfange des Fötuslebens durch einen häutigen Cylinder vertreten, welcher mit einer Flüſſigkeit erfüllt iſt, und da, wo das Gehirn entſtehen ſoll, eine größre Weite hat, als da, wo das Rückenmark zu liegen kommt. An der Innenſeite dieſes Cylinders ſetzt ſich nun Nervenmaſſe an, und zwar zuerſt an derjenigen Seite des Cylinders, welche den Wirbelkörpern zugekehrt iſt. Daher haben die Centralorgane des Nervenſyſtems urſprünglich die Geſtalt eines Halbkanals. Die Ränder dieſes Halbkanals werden dann durch immer neuen Abſatz von Nervenmaſſe vergrößert, ſie wachſen gegen einander zu, bis ſie ſich berühren und endlich verſchmelzen. So wird der Halbkanal in einen Kanal verwandelt, welcher allſeitig geſchloſſen und in dem Kopfe des Embryo's blaſenartig ausgedehnt iſt. Um dieſe Zeit iſt alſo das Gehirn hohl und mit Flüſſigkeit erfüllt. Allmälig wird dieſer Hirnblaſe ſowohl äußerlich als innerlich neue Subſtanz zugeführt, wodurch das Organ größer und zugleich nach innen ſolider wird, obſchon die Höhlung der Blaſe nie ganz verſchwindet, indem die Hirnhöhlen ihre Ueberreſte ſind. Viel früher, als der oben erwähnte Halbkanal ſich ſchließt, ſind in der Hirnpartie deſſelben ſchon Abtheilungen bemerklich, Ausbuchtungen der membranartigen Hirnmaſſe, welche durch eingeſchnürte Stellen von einander getrennt werden. Dieſer Abtheilungen ſind drei, welche dem verlängerten Marke, den Vierhügeln und den Hemiſphären des großen Gehirns entſprechen. Unter dieſen Abtheilungen iſt die der Hemiſphären anfänglich die kleinſte, und je jünger der Embryo iſt, um ſo mehr ſind verlängertes Mark und Vierhügel der Größe nach vorherrſchend, während im ſpätern Fruchtleben das Verhältniß ſich umkehrt und die Hemiſphä-

ren das Uebergewicht erhalten. Die Rudimente des kleinen Gehirns werden schon im zweiten Monat bemerkt; sie bestehen aus einem Paar kleiner Hervorwucherungen der Marksubstanz am Rande der vierten Hirnhöhle. Diese beiden Gebilde wachsen über den Halbkanal des verlängerten Marks empor, wölben sich gegen einander, verschmelzen und bilden so anfänglich ein einfaches Dach über der vierten Hirnhöhle. Im vierten Monat entstehn die Markkerne und der Hirnknoten oder die Varolsbrücke, zu einer Zeit, wo die Hemisphären des kleinen Gehirns, von denen Gall die Brücke herleitet, noch nicht wahrnehmbar sind. Erst im fünften Monat entstehen Furchen im kleinen Gehirn, durch welche Lappen abgetheilt werden, und der Unterschied von Wurm und Hemisphären begründet wird. Im siebenten Monat entstehen durch abermalige Furchung Zweige, Aestchen und Blätter der Marksubstanz und erst im neunten Monat wird über diese markigen Gebilde die einhüllende Rindensubstanz ausgebreitet. — Die Vierhügel sind anfänglich, wie die übrigen Hirntheile, nach oben offen, erst am Ende des dritten Monats wölben sie sich über der Fortsetzung der vierten Hirnhöhle zusammen und verwachsen. Sie stellen jetzt eine hohle Blase dar, welche äußerlich durch eine Längenfurche in zwei Abtheilungen getrennt ist. Die Wandungen dieser Blase werden allmälig dicker, so daß die Höhle derselben verhältnißmäßig immer kleiner und zuletzt zu einem bloßen Kanal reducirt wird, welcher die vierte Hirnhöhle mit der dritten verbindet. Erst im siebenten Monat entsteht eine Querfurche, welche die zwei Hügel, die ursprünglich vorhanden sind, in vier abtheilt. Die Sehhügel (thalami nerv. opt.) sind gleich ursprünglich solid und bilden Anschwellungen der nach oben und vorn verlaufenden Hirnschenkel. Sie sind vom Anfange an fast so groß als die Vierhügel, halten auch in Bezug auf Größenentwicklung mit diesen gleichen Schritt, daher sie denn auch in jenem Antagonismus zum großen Gehirn stehen, welcher bei den Vierhügeln bemerkt wurde. — Die gestreiften Körper gehören ebenfalls zu den Theilen des Gehirns, welche schon im ersten Anfange der Bildung wahrgenommen werden. Anfänglich setzen sie sich nach vorn und außen in eine Membran fort, welche das erste Rudiment der Hemisphäre ist. Diese Membran wächst dann von allen Seiten nach oben, ihre vordre Wand rollt sich nach hinten, während ihre äußeren Wandungen sich nach innen wenden, und so entsteht über jedem gestreiften Körper ein Gewölbe, die Hemisphäre mit ihrem Ventrikel. Anfangs sind diese Hemisphären überaus klein und bedecken eben nur die gestreiften Körper, indem sie vor den Sehhügeln liegen, späterhin wachsen sie, rückwärts schreitend, zunächst über die Sehhügel, dann über die Vierhügel und endlich über das kleine Gehirn weg. Bis zu Ende des dritten Monats sind die Hemisphären glatte Blasen, dann erst fängt ihre äußere Gefäßhaut an, Falten zu bilden, welche zunächst Marksubstanz, später aber Rindensubstanz in der Gestalt der Falten absetzen, woraus die Windungen hervorgehen. Diese Windungen sind anfangs flach und selten, nehmen aber mit fortschreitender Entwicklung an Zahl und Tiefe mehr und mehr zu. Die Hemisphären liegen anfänglich ohne alle Verbindung neben einander. Erst im dritten Monate tritt die vordere Commissur auf, noch etwas später, am Ende des dritten Monats, der Balken. Letzterer ist anfänglich auffallend schmal, und verbindet nur die vorderen Theile der Hemisphären, nach und nach wird er breiter, indem seine Bildung von vorn nach hinten fortschreitet. Der Balken entsteht früher als die Windungen, besteht also nicht, wie Gall annahm, aus Fasern dieser, vielmehr sind seine Fasern deutliche Fortsetzungen der gestreiften Kör-

per. Gleichzeitig mit den Balken entsteht auch das Gewölbe. Seine Bildung beginnt mit dem Hervorsprossen der vorderen Schenkel aus den beiden weißen Hügelchen an der Basis des Hirns; sie wachsen dann nach oben und hinten und verbinden sich erst später in der Mittellinie, wodurch das Gewölbe über der dritten Hirnhöhle zu Stande kommt [1]). So skizzenhaft diese Schilderung der Hirnentwicklung ist, so würden wir doch selbst dieser wenigen Mittheilungen uns enthalten haben, wenn sie nicht auf physiologische Fragen einiges Licht würfen. Es scheint erlaubt anzunehmen, daß in der Entwicklungsgeschichte lebender Wesen, die Organe in der Reihenfolge auftreten, wie sie allmälig sich nöthig machen. Ein Thier wird aber erst vegetiren müssen, bevor es zu empfinden vermag, es wird nothwendig Empfindung schon haben müssen, ehe von Bestrebungen die Rede sein kann, und nach demselben Gesetze werden sich die niederen seelischen Thätigkeiten dumpfer Empfindungen und Triebe früher einstellen müssen, als Anschauung, Erinnerung und Wille; diese selbst endlich noch früher als die höher gestellten Thätigkeiten des Verstandes, der vernünftigen Geistesthätigkeit gar nicht zu gedenken. Demnach scheint es, daß die Entwicklungsgeschichte uns einen Maßstab für die Würde der einzelnen Organe biete, und wir werden der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn wir annehmen, daß die im Gehirn zuerst auftretenden Organe, namentlich verlängertes Mark, Vierhügel und gestreifte Körper schon zur Erreichung vegetativer Zwecke von Wichtigkeit sind, und im Seelenleben nur dessen erste Regungen bedingen, während die später entwickelten Organe, je nach der Zeit ihres Auftretens, immer wichtigere und complicirtere Seelenthätigkeiten bedingen. Wir können ferner jenen Maßstab an die Hirnbildung der Thiere halten und gewinnen auf diese Weise, noch vor allen psychologischen Erfahrungen, werthvolle Andeutungen über die psychische Stellung der Thiere, indem wir vermuthen dürfen, daß, jemehr ein Thiergehirn die Spuren embryologischer Bildung an sich trägt, um so weniger dasselbe zu einem Organe höherer Seelenthätigkeit geeignet sei.

B. Vergleichende Anatomie. — Wenn man nun den Bau des Gehirns bei den Thieren untersucht, so ist es sehr interessant zu sehen, daß, jemehr man sich von dem Menschen entfernt und stufenweise in die tieferen Ordnungen hinabsteigt, das Gehirn in die früheren, embryologischen Formen mehr und mehr zurückfällt. Bei keinem Thiere gewinnen die Hemisphären des großen Gehirns jene vollkommene Ausbildung, wie beim Menschen; sie sind der Größe nach nicht so vorherrschend vor dem verlängerten Mark und den Vierhügeln, als bei unserm Geschlechte. Bei dem Affen allein ist der hintere Lappen des großen Gehirns in dem Grade entwickelt, daß das hintere Horn des Seitenventrikels sich findet, bei den fleischfressenden Säugern ist das kleine Hirn, bei den Nagern sogar die Vierhügel durch das große Gehirn nicht bedeckt. Noch geringer ist die Entwicklung dieses Organs bei den Vögeln und Amphibien fortgeschritten. Bei Fröschen und Nattern bleiben sogar die Sehhügel nach oben unbedeckt, und bei den Fischen scheinen die eigentlichen Hemisphären ganz zu fehlen. Das Paar solider Hügel nämlich, welches vor den Vierhügeln der Fische liegt, und gewöhnlich als großes Gehirn bezeichnet wird, ist solid, so daß Tiedemann's Ansicht wahrscheinlich genug ist, daß es die gestreiften Körper repräsentire, welche

[1]) Näheres findet sich in dem Meisterwerke von Fr. Tiedemann: Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns, Nürnberg 1816.

in ihrer Entwicklung zu sehr zurückbleiben, um eine Hirnblase hervorzutreiben. — Außer den Größenverhältnissen der Hemisphären sind die Windungen zu beachten. Abwärts vom Menschen werden sie immer seltener und flacher; die meisten und tiefsten Windungen finden sich beim Delphin, weniger bei den Affen und Herbivoren, noch weniger finden sie sich bei den Carnivoren, gar keine bei den Nagern, Vögeln und Amphibien. Der Hirnbalken ist bei allen Thieren kürzer als beim Menschen, besonders kurz bei den Nagern, bei den Vögeln und noch tieferen Klassen fehlt er ganz, daher bei diesen die großen Hemisphären nur durch die vordere Commissur in dürftiger Verbindung stehen. Das Gewölbe wird schon in den unteren Klassen der Säugethiere sehr kurz; bei den Vögeln finden sich zwar die vorderen Schenkel, aber sie sind, wie beim menschlichen Embryo vor dem fünften Monat, in der Mittellinie nicht verbunden; bei den Amphibien fehlt dieser Theil ganz. Auf ähnliche Weise sieht man das kleine Gehirn immer mehr in die unausgebildeten Formen des Embryolebens zurückfallen, jemehr die Untersuchung in die niederen Thierstufen hinabsteigt. Schon bei den Säugern treten die Hemisphären des kleinen Gehirns gegen das Wurmstück mehr zurück, ungleich mehr noch bei den Vögeln, und bei den Amphibien ist die Differenz beider Theile nicht einmal angedeutet. Die Furchen, durch welche die Abtheilung in Lappen, Zweige und Blätter zu Stande kommt, nehmen an Zahl mehr und mehr ab, so daß schon bei einigen Säugern Blätter und Zweige ganz fehlen, und nur die einfachste Furchung in Lappen vorhanden ist. Bei den Amphibien urd Fischen ist das kleine Gehirn gewöhnlich nur in der Form eines glatten Gewölbes über dem vierten Ventrikel vorhanden. Der Hirnknoten, welcher in der Entwicklungsgeschichte des Menschen ziemlich spät auftritt, findet sich nur noch beim Säugethiere, und auch bei diesem in verjüngtem Maßstabe. Von beträchtlicher Größe sind dagegen bei den Thieren verlängertes Mark und Vierhügel, was jedoch nach dem früher Mitgetheilten, nur für einen Mangel der Entwicklung gelten kann. In Zusammenhang hiermit steht es, daß schon bei einigen Säugern kleine Höhlen in den Vierhügeln gefunden werden, welche in beträchtlicher Größe und regelmäßig bei den drei unteren Klassen der Wirbelthiere vorkommen; in Zusammenhang hiermit steht ferner, daß zwar bei den Säugern durch eine doppelte Furche wirklich vier Hügel, bei den tieferen Klassen dagegen, durch eine einfache Längenfurche nur zwei Hügel abgegrenzt werden. — Dergleichen Thatsachen, welche sich noch mehr ins Feine verfolgen lassen, scheinen anzudeuten, daß das Hirn des Menschen und der Wirbelthiere einen analogen Entwicklungsgang nehmen, bei welchem die höheren Thiere, und mehr noch der Mensch, zu den vollkommensten Bildungen durchdringen, während die niederen Klassen gleichsam auf den unteren Sprossen der Stufenleiter stehen bleiben. Dieser Satz verliert freilich an Wichtigkeit, wenn man sieht, daß das Gehirn des Vogelembryo's dem Gehirn des Menschen in mancher Hinsicht ähnlicher ist, als das des erwachsenen Thiers, und daß das Fischgehirn sich durch Bildungen auszeichnet, die in der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Fötus kein Analogon finden. Noch mehr verliert der erwähnte Satz an Bedeutung, wenn man die Hirnentwicklung der wirbellosen Thiere berücksichtigt, bei welchen alle Spuren der Analogie verloren gehn. Bei den Artikulaten finden sich meist zwei Ganglien, welche durch eine Quercomissur verbunden sind, und unmittelbar neben einander auf dem Schlunde liegen. Diese Ganglien hängen durch zwei Nervenfäden, welche den Schlund umgeben, mit einem unter dem Schlunde befindlichen

Ganglion zusammen; sie geben die Nerven an die Sinnesorgane ab, und sind daher mit dem großen Gehirn verglichen worden. Ob das untere Schlundganglion als kleines Gehirn gelten dürfe, scheint sehr zweifelhaft. Bei den Cephalopoden und kopftragenden Mollusken ist die Anordnung der großen Nervenmasse dem der Artikulaten höchst ähnlich; es findet sich ein einfaches oberes und ein unteres Schlundganglion, welche durch den Schlundring in Verbindung stehen. Denselben Bau kennt man auch bei einigen kopflosen Mollusken, z. B. bei den zweischaaligen Muscheln, daher man, ungeachtet der Abwesenheit eines Kopfes, diese Theile vielleicht doch als Vertreter des Gehirns ansprechen darf. Bei anderen Acephalen z. B. den Ascidien, finden sich Nervenfaden mit zerstreuten Ganglien, deren vielleicht keines eine Bevorzugung genießt. Auch der Schlundring der Seesterne, mit seinen den Strahlenfurchen entsprechenden Ganglien, ist in seiner Bedeutung als Gehirn zweifelhaft. Bei den niedrigsten Thieren ist das Nervensystem überhaupt nicht nachgewiesen, und das Gehirn fehlt ihnen wahrscheinlich ganz.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, daß es vom anatomischen Standpunkte aus mißlich ist, den Begriff des Gehirns festzustellen. Vielleicht giebt es verschiedene Grundformen des Gehirns, wie es deren für das gesammte Nervensystem unfehlbar verschiedene giebt, vielleicht auch thäte man besser, nur bei den Wirbelthieren ein Gehirn anzunehmen, eine Vermuthung, die weiter unten eine gewisse Begründung finden wird. Gewiß ist, daß wir nicht im Stande sind, über die Gegenwart des Gehirns in den verschiedenen Thierklassen mit Sicherheit zu urtheilen, vielweniger noch die Mittel besitzen, über die Entwicklungsstufe und Geltung jeder Hirnform zu entscheiden. Wenn nun oben vermuthungsweise der Satz ausgesprochen wurde, daß die Stufenleiter der Hirnentwicklung ein Maßstab für die psychische Begabung thierischer Wesen sei, so ergiebt sich gegenwärtig, daß die empirische Beweisführung dieser Hypothese zur Zeit sehr unvollkommen ausfallen müsse. Um einige Andeutungen zu geben, in wie fern die Entwicklungsstufe des Seelenlebens derjenigen des Hirnbaues entspreche, bemerken wir Folgendes:

Bei den hirnlosen Thieren und bei denen, welche nur die ersten Rudimente eines Hirns haben, sind kaum mehr als Spuren eines schwachen Empfindens und Strebens merklich. Das Dumpfe der Empfindung ergiebt sich aus den geringen Folgen mechanischer Verletzungen, welche in den Gang des thierischen Strebens oft sehr wenig eingreifen. Abschneiden von Gliedern hat bei Polypen, Seesternen und anderen niederen Thieren so wenig Effect, daß man ihr Vermögen zu empfinden, hieraus allein nicht würde folgern können. Blutegel fahren fort zu saugen, wenn man ihnen das Schwanzstück abschneidet, Insecten fahren nach Verlust eines Beines fort zu fressen, und selbst Frösche verbleiben nach Verlust eines Gliedes im Act der Paarung. Es ist unverkennbar, daß mit der vollkommenen Entwicklung des Gehirns das Gefühl lebhafter wird, am lebhaftesten bei den durch ihren Hirnbau so sehr bevorzugten Vögeln und Säugern; aber die Empfindungen werden bei ihnen nicht nur lebhafter, sondern durch das Auftreten specifischer Sinnesorgane auch vielseitiger. Ob hirnlose Thiere außer dem Tastsinn irgend ein specifisches Empfindungsvermögen haben, scheint ungewiß, wenigstens möchte ich die von Ehrenberg entdeckten Augenpunkte der Medusen und Seesterne, nach meinen Beobachtungen der letzteren, für zweifelhafter Natur halten. Die Insecten scheinen noch des Gehörs zu entbehren,

einige wenigstens, wie die Fliegen, wo es mir durchaus nicht gelang, sie durch gellendes Pfeifen und Detonation eines Zündhütchens zu erschrecken, während eine Bewegung mit der Hand, schon in ziemlicher Entfernung, sie in die Flucht trieb. Unter den Wirbelthieren sind wieder die Vögel und Säuger die feinhörigsten, auch scheinen nur sie Empfänglichkeit für die Qualität der Töne zu haben.. Eine ähnliche stufenweise Entwicklung läßt sich im Gesichtssinne nachweisen, so z. B. ist nur bei sehr vollkommenem Hirnbau ein Einfluß der Farben auf Erregung von Leidenschaften bemerkbar. Daß die Entwicklung des Hirns mit der Entwicklung der Sinnesfunctionen in Zusammenhang stehe, ist nicht nur Thatsache, sondern für die Wirbelthiere auch in sofern begreiflich, als Nase, Auge und Ohr durch Ausstülpungen der Hirnblasen im Embryo gebildet werden. Mit der Entwicklung des Hirns wächst die Zahl der Triebe und der Affecte. Bei den hirnlosen Thieren fehlt dem Anscheine nach sogar der Geschlechtstrieb, und das Streben nach Nahrung und die Unlust am Schmerz sind vielleicht die einzigen psychischen Regungen. Mit dem Auftreten eines Hirnknotens bei den Cephalophoren und Annulaten, tritt dann der Geschlechtstrieb auf, zu welchem sich bei einigen Insecten offenbar noch der Affect des Zornes gesellt. Ueberdies können, wie an einem andern Orte zu zeigen, die so zahlreichen Instincte der Insecten nicht ohne Mitwirkung eines psychischen Triebes gedacht werden. Und doch sind diese Affecte und Triebe nicht nur der Zahl nach beschränkter, sondern auch dem Gepräge nach undeutlicher, als bei den höheren Wirbelthieren. Schon bei dem Insect zeigt sich der dunkle Trieb, für seine Nachkommenschaft zu sorgen, aber erst bei den Vögeln beginnt der Affect für die Jungen. Freude, Zuneigung, Traurigkeit, Neid, Zorn, gewinnen nun deutlich den Typus menschlicher Seelenzustände. Am unverkennbarsten aber zeigt sich der Einfluß des Hirnbaues in der Sphäre der Intelligenz. Mit dem großen Fortschritte der Organisation bei den Wirbelthieren beginnt zuerst die Empfänglichkeit für Erfahrung. Das Erkenntnißvermögen der Wirbellosen ist ein festes, es ist von Geburt an vorhanden und erfährt keine Erweiterung; nur die Wirbelthiere sind gelehrig. Fische lassen sich abrichten und finden sich auf das Zeichen einer Glocke an dem Platze ein, wo sie gefüttert werden; die Schlangen werden von den Indianern zu allerlei Kunststücken abgerichtet. Noch weit gelehriger sind die Vögel und Säugethiere, und es ist bekannt, wie bei diesen obersten Klassen die Mitwirkung des Menschen zu einer gewissen Entwicklung nicht unerläßlich nöthig ist, indem vielmehr der Vogel und das Säugethier aus eigner Macht Erfahrungen zu sammeln und zu benutzen weiß, so daß die Alten klüger sind, als die Jungen. Also mit der organischen Ausbildung des Gehirns entwickelt sich gleichzeitig das Seelenleben der Thiere in zunehmender Kraft und Fülle; indeß muß gezeigt werden, wie sehr man sich zu hüten hat, diesem Satze eine zu weite Ausdehnung zu geben.

Der Materialismus freilich gefiel sich in der Behauptung, daß zwischen Hirnbildung und Seelenleben ein paralleler Entwicklungsgang bemerklich sei; allein die Beweisführung war oberflächlich und zum Theil selbst willkürlich. Die Oberflächlichkeit bestand darin, daß man von einem Parallelismus des Entwicklungsganges sprach, ohne vorher die Principien festzustellen, nach welchen der Grad der organischen Entwicklung geschätzt werden sollte. Der geistreiche von Bär hat vortrefflich erwiesen, daß die Thierwelt nicht nach einem Typus gebildet sei, und wenn dies nicht der Fall ist, so sind alle graduelle Vergleichungen wenn nicht sinnlos, doch mindestens unsicher und

ſchwankend. Das Gehirn der Mollusken kann kaum unvollkommener genannt werden, als das der Inſecten, und doch ſtehen letztere in pſychiſcher Beziehung viel höher; ſie ſtehen dem Anſcheine nach ſogar höher, als die Fiſche und viele Amphibien, obgleich der Hirnbau dieſer dem des Menſchen weit näher kommt. Vergleicht man ferner die Vögel mit den Säugern, ſo iſt im Allgemeinen kaum zu ſagen, bei welchen das Seelenleben mehr entwickelt ſei, und doch iſt das Gehirn der Säuger ſo ſehr viel ausgebildeter. Zu demſelben Reſultate führt die Vergleichung von Thieren gleicher Klaſſen, was in ſofern noch richtiger iſt, als bei gleichartigen Thieren die Entwicklungsſtufen des Hirnbaues ſich richtiger ſchätzen und vergleichen laſſen. Bei weitem das menſchenähnlichſte Gehirn hat der Affe, und doch ſtehen Elephant, Hund und Pferd in Bezug auf ihre Fähigkeiten gewiß nicht unter ihm. Aeußerſt entwickelt iſt das Gehirn des Delphins, bei welchem große Gaben kaum vorausgeſetzt werden dürfen, und höchſt unentwickelt iſt das Gehirn des Bibers, welcher nicht nur durch ſeine Kunſttriebe ſondern auch durch ſeine Zähmbarkeit ſich auszeichnet. Vergliche man den Hirnbau zweier Pachydermen, wie Elephant und Schwein, ſo würde ein Vorrang des einen kaum nachweisbar ſein, und doch iſt die pſychiſche Präponderanz des Elephanten eine enorme. Schon aus den wenigen mitgetheilten Beiſpielen ergiebt ſich, wie unbegründet die Behauptung iſt, daß zwiſchem dem Entwicklungsgange der Hirnorganiſation und dem des Seelenlebens ein Parallelismus beſteht. Nicht minder wichtig für die vorliegende Unterſuchung ſind die pathologiſchen Erfahrungen; bei den geachtetſten Beobachtern finden ſich Beiſpiele von Erweichungen, Verhärtungen, hydatidöſen und anderen Entartungen, die, ungeachtet einer ſehr weiten Ausbreitung, doch keine merkliche Störung im Seelenleben zu Stande brachten. Home betrachtete einen dermaßen entwickelten Waſſerkopf, daß das Sonnenlicht durch den Schädel hindurch wahrnehmbar war, und dennoch blieb das Kind am Leben, und es entwickelten ſich die geiſtigen Kräfte zwar ſchwach, aber doch über Erwartung [1]). Noch unbegreiflicher ſind oft die geringen Folgen der Hirnwunden, wovon Arnemann und Haller eine Menge merkwürdiger Fälle zuſammengeſtellt haben. Ein junger Menſch ſchoß ſich zwei Kugeln in den Kopf, verlor, abgeſehen von der ſpäter eintretenden beträchtlichen Eiterung, ſogleich ein Paar Taſſen Hirnſubſtanz, und blieb dennoch am Leben. Er war blind geworden, befand ſich aber übrigens beſſer als je; er war früher düſter, wenig mittheilend und von ſchwerfälligem Verſtande geweſen, und zeigte ſich nach der Geneſung nicht nur heiterer und geſprächiger, ſondern auch intelligenter [2]).

C. Allgemeine Anatomie. — Von phyſiologiſchem Intereſſe iſt in der Anatomie des Gehirns auch die Unterſuchung der weißen und grauen Subſtanz. Es muß den hiſtologiſchen Artikeln dieſes Werks überlaſſen bleiben, die verſchiedenen Anſichten der Anatomen über dieſen Gegenſtand hiſtoriſch zu entwickeln; wir beſchränken uns hier auf eine Darlegung unſrer eignen Meinung. Das Charakteriſtiſche der grauen Maſſe des Hirns und Rückenmarks ſind bekanntlich ſehr blaſſe, im Innern mit einem Kerne verſehene Kugeln, eine Art Zellen, welche in der weißen, durchaus faſrigen Maſſe fehlen. Wahrſcheinlich entſpringen alle Faſern in der grauen Subſtanz. Zwar kann ich der Anſicht nicht beiſtimmen, daß die Faſern unmittelbare Fortſetzungen der Kugeln ſind; dagegen deuten allerdings verſchiedene Um-

[1]) Philos. Transact. 1814. pag. 469.
[2]) Froriep's Notizen 1836. Dec. S. 334.

stände darauf hin, daß der Ursprung der Fasern in der Nähe derselben zu suchen sei. Dahin gehört das Eindringen der Nervenwurzeln in Theile, welche mit grauer Substanz versehen sind, die Unmöglichkeit, Faserursprünge in der weißen Masse nachzuweisen, wo sie doch dem Mikroskop am wenigsten entgehen könnten, vor allen aber die Vermehrung der Faserbündel, welche durch graue Masse hindurchtreten. Eine Vermehrung der Fasern in den Ganglien, behaupteten schon Gall, Reil, Bichat und Andere, und wenn auch die Beweise, auf welche sie sich beriefen, der Wissenschaft nicht genügen, so ist doch die Behauptung selbst vollkommen richtig. Untersuchungen, welche ich gemeinschaftlich mit meinem Freunde Bidder anstellte, belehrten uns, daß die austretenden Zweige in den Ganglien oft wirklich stärker sind als die eintretenden, auch in solchen Fällen, wo die Verdickung der ersteren von einem Zutritt fremdartiger Elemente nicht abgeleitet werden kann. In manchen Ganglien besteht der eintretende dünnere Zweig größtentheils aus dicken Fasern, während die austretenden, dickeren Zweige größtentheils aus viel dünneren Fasern zusammengesetzt sind, wodurch eine Vermehrung der Fasermasse um so mehr erwiesen wird, als wir Grund haben, die dicken und dünnen Fasern für specifisch verschieden zu halten [1]). Wenn also der Ursprung von Fasern wenigstens in der grauen Masse der Ganglien unleugbar sein dürfte, so erlaubt wohl die Analogie, ein ähnliches Verhältniß der grauen Substanz auch an anderen Stellen des Nervensystems vorauszusetzen.

Eine solche Voraussetzung scheint überdieß durch manche physiologische Thatsachen gerechtfertigt. Wir wissen, daß es im Nervensystem Theile giebt, welche als Quellen der Nerventhätigkeit betrachtet werden dürfen, während andere Theile nie Reize von sich ausgehen lassen, sondern nur empfangene leiten. Nun lehrt aber die Erfahrung, daß nur diejenigen Theile Thätigkeiten beginnen, welche graue Masse enthalten: das Gehirn, das Rückenmark, und die Ganglien. Wird der Zusammenhang eines Nerven mit diesen Theilen aufgehoben, so schwinden nicht nur die willkürlichen Bewegungen, sondern auch die automatischen, ja es schwindet selbst der Muskeltonus und zwar unverzüglich. Es ist daher naturgemäß, anzunehmen, daß die graue Masse bei der Erzeugung der Nerventhätigkeit die erste Rolle spiele. Ist dieser Schluß richtig, so müssen die Fasern, welche das erzeugte Agens auf entlegene Theile verpflanzen sollen, in der grauen Masse entspringen. Diese Masse scheint aber nicht nur bestimmte Reize von sich ausgehen zu lassen, sondern sie nimmt auch Reize, welche von peripherischen Theilen zugeführt werden, auf und verarbeitet sie. Reize, welche nach innen geleitet werden, können sich zu Empfindungen gestalten, aber nur wenn sie bis zu einem Organe durchdringen, welches mit grauer Masse versehen ist. Ferner können Reize, welche nach innen geführt werden, die leitende Faser verlassen, und auf andere überspringen, wie in den Reflexbewegungen; aber diese Uebertragung des Reizes von centripetalen Leitern auf centrifugale geschieht wiederum nur in Organen, welche graue Masse besitzen. Demnach erscheint die graue Masse als wesentliche Vermittlerin des Willens, der Empfindung, der automatischen Bewegungen, des Reflexes und des Tonus in den Muskeln.

Die weiße Substanz, welche immer aus Fasern besteht, hat vielleicht

---

[1]) Das Nähere hierüber werden Bidder und ich in einer besonderen Schrift über den Sympathicus demnächst bekannt machen.

die ausschließliche Aufgabe der Leitung. Ich will auf die Versuche kein Gewicht legen, wo man in enthaupteten Thieren die graue Substanz des Rückenmarks zerstörte und dann die Reflexbewegungen vermißte; denn solche Experimente scheinen mir zu unsicher, um Schlüsse zu gestatten. Weit wichtiger ist, daß in den Nerven, in welchen die Verrichtungen der weißen Masse am reinsten beobachtet werden können, alle jene Functionen, die wir der grauen Masse zuschreiben, nicht zu Stande kommen. Die Nerven, in sofern sie der Kugelmasse entbehren, vermögen nur zu leiten. Der gewichtigste Einwurf, welcher sich früher gegen diese Behauptung aus den Bewegungen des Herzens und Darmkanals entnehmen ließ, ist durch Remack's Entdeckung beseitigt, daß die Nerven aller Theile, welche getrennt von dem Körper ihre automatischen Bewegungen fortsetzen, mit Ganglien, also mit grauer Substanz, versehen sind. Die weiße Masse hat also die Bestimmung, zu leiten, und fast scheint es, daß nur sie zum Leiten geeignet sei. Mechanische Reizung der grauen Masse des Gehirns erregt weder Empfindung, noch Bewegung, und Reizung der grauen Masse des Rückenmarks erregt weder Zuckungen unterhalb, noch Reflexbewegungen oberhalb der gereizten Stelle.

Die Functionen, welche wir für die graue und weiße Masse in Anspruch genommen haben, sind mit den Eigenthümlichkeiten des Gewebes beider Substanzen in Uebereinstimmung. Die größere Selbstthätigkeit der grauen Masse kann kaum befremden, wenn wir berücksichtigen, daß sie vorzugsweise aus Zellen besteht, d. h. aus jenen kleinen Organen, welche in ihrer Abgeschlossenheit von innen her die bewundernswürdigsten Thätigkeiten entwickeln. Die Eizelle mit ihren inneren Bewegungen, und jene Pflanzenzellen, in welchen ein Kreislauf der Säfte stattfindet, sind hinreichende Beweise für das Gesagte. Dagegen scheint derselbe zellige Bau den Mangel des Leitungsvermögens begreiflich zu machen, in sofern die Abgeschlossenheit der Kugeln, welche oft noch von Zellgewebscheiden umgeben sind, der Mittheilung ihrer Zustände weniger günstig sein dürfte. Auch die Functionen der weißen Masse lassen sich aus den histologischen Eigenthümlichkeiten derselben, dem theoretischen Verständniß näher bringen. Die Fasern der weißen Masse bestehen im frühern Embryoleben ebenfalls aus Zellen, aber in einer spätern Periode verschmelzen dieselben. Scheint es nicht, als ob sie hiermit absichtlich der Isolation entzogen würden, damit durch Herstellung eines Zusammenhangs diese der Leitung günstigere Bildung hergestellt werde?

Wir halten demnach die graue Masse in einem gewissen Sinne allerdings für die höhere, nur muß im Auge behalten werden, daß sie ohne die weiße Masse ganz wirkungslos sein würde. Beide Massen scheinen sich in ihren verschiedenen Thätigkeiten zu ergänzen, und es ist kein Grund, anzunehmen, daß das quantitative Vorherrschen der einen Masse dem Nervensysteme eine höhere Bedeutung und Würde gebe. Dagegen läßt sich erwarten, daß, wenn eine Wechselwirkung zwischen beiden Substanzen stattfindet, eine vielseitige Berührung beider dem Nervenorganismus zu gute komme. In dieser Hinsicht scheint es nicht unwichtig, daß wir gerade in den vollkommensten Thieren und besonders beim Menschen die meisten Hirnwindungen finden, wodurch weiße und graue Masse in größeren Flächen mit einander in Berührung kommen.

Besonders viel Aufmerksamkeit hat man der Größenentwicklung des Gehirns zugewendet. Nach Sömmerring wiegt das menschliche Gehirn gewöhnlich gegen 3 Pfd.: er fand unter 200 Gehirnen nicht ein einziges

von 4 Pfd. Dagegen citirt Haller [1]) zahlreiche Beobachter, denen Gehirne von 4 bis 5 Pfd. und mehr vorgekommen, und Rudolphi [2]) bemerkt hierzu, daß diese Angaben wohl Glauben verdienten, da er selbst ein Gehirn von 4¾ Pfd. zu beobachten Gelegenheit gehabt habe. So große Gehirne haben die Thiere nicht. Bei den größten Stieren und Pferden wiegt das Gehirn noch nicht 2 Pfd. Indeß wog ein Wallfischgehirn nach Rudolphi 5½, ein Elephantengehirn nach Perault sogar 9 Pfd., Gewichte, welche die Masse des menschlichen Gehirns übertreffen. So vereinzelt diese beiden Verhältnisse dastehen, so scheinen sie doch hinreichend zu zeigen, daß die absolute Größe des Gehirns nicht der Maßstab seiner Vollkommenheit sein kann, besonders wenn wir die Erfahrung zu Hülfe nehmen, daß unter den kleinsten Vögeln mit einem Minimum von Hirnmasse sehr gelehrige und durch Kunsttriebe ausgezeichnete Geschöpfe vorkommen. Eben so wenig als die absolute Größe des Gehirns ist die relative geeignet, das Räthsel zu lösen. Das menschliche Gehirn bildet ungefähr 1/35 bis 1/60 der Körpermasse, während es bei vielen Affen und Vögeln größer ist, nach Cuvier z. B. bei Simia sciurea 1/22, S. capucina 1/25, S. Jacchus 1/23, S. faunus 1/24, und nach Haller beim Finken 1/27, bei einem Kanarienvogel sogar 1/14. Daß die relative Größe des Gehirns und der physischen Begabung der Thiere in gar keiner Beziehung stehe, läßt sich schon daraus schließen, daß alle sehr kleinen und jungen Thiere ein relativ größeres Gehirn haben, als alle großen und alten. — Auch Sömmerring's Angabe, daß der Mensch im Verhältnisse zu dem Rückenmarke und den Nerven das größte Gehirn habe, kann das psychische Uebergewicht des Menschen vor den Thieren nicht im mindesten verständlich machen. Wollte man sich bei dieser Art zu vergleichen an die Massen halten, so würde der Vergleich an der Unmöglichkeit scheitern, die Nerven zu wägen, hält man sich dagegen an die Durchmesser, so hat der Delphin ein größeres Gehirn als der Mensch. Im Menschen verhält sich der Querdurchmesser des Gehirns zu dem des verlängerten Marks wie 7:1, im Delphin dagegen wie 7 11/12:1 nach Tiedemann, oder selbst wie 13:1 nach Cuvier. Mit welchen anatomischen Verhältnissen das Uebergewicht des Seelenlebens im Menschen zusammenfalle, ist also eine Frage, welche die Gegenwart noch nicht entscheiden kann.

II. Das Gehirn ist das Seelenorgan.

A. Beweise: Das Gehirn scheint in den höheren Thierklassen wenigstens das ausschließliche Organ aller bewußten Lebensthätigkeit zu sein. Für diese Ansicht sprechen zunächst die Erfahrungen der praktischen Heilkunde. Die Entzündungen, Apoplexien, Erschütterungen, Wunden und viele andere krankhafte Zustände des Gehirns, geben dem praktischen Arzte fast täglich Gelegenheit zu bemerken, daß Gehirn und Seele sich wie Organ und Lebensverrichtung verhalten. Ein mäßiger Andrang von Blut zum Gehirn regt die Sinnesthätigkeit und Phantasie auf, ein übermäßiger unterdrückt sie; ein Druck auf das Gehirn vernichtet plötzlich das Bewußtsein, und Beseitigung des Druckes stellt es oft eben so plötzlich wieder her. Kein anderes Organ, das Rückenmark nicht ausgenommen, steht in gleichem oder auch nur ähnlichem Wechselbezuge zur Seele, vielmehr kann jedes bald

[1]) Elementa Phys. IV. p. 10.
[2]) Grundriß der Physiol. II. S. 11.

plötzlich, bald allmälig in Wegfall kommen, ohne die Seelenfunctionen unmittelbar zu beeinträchtigen.

Ein anderer Belag für die aufgestellte Ansicht liegt in der Erfahrung, daß Empfindung und freiwillige Bewegung in jedem Körpertheile sogleich verloren gehen, wenn sein Zusammenhang mit dem Gehirn durch Unterbindung oder Zerschneidung der Nerven gestört wird. Zwar sind einige widersprechende Thatsachen allerdings bekannt geworden, wie z. B. Desault von einem Soldaten berichtet, welcher nach Durchschneidung des Rückenmarks eine Fußreise gemacht habe, allein diese vereinzelten Angaben verschwinden neben zahllosen Beobachtungen und Experimenten, welche das Gegentheil aussagen, vollkommen, und müssen als irrig verworfen werden. Man kann zugeben, daß Empfindung und freiwillige Bewegung in Folge der Nervendurchschneidung verloren gehen, und doch zweifeln, ob Empfindung und Wille ihren Sitz im Gehirn haben. So meint Nasse, daß der Zusammenhang des Nerven mit dem Gehirn nur zur Aufrechthaltung seiner Lebensthätigkeit nothwendig sei, während Empfindung und Wille direct doch an den Nerven selbst gebunden wären. Ich kann dieser Ansicht nicht beistimmen. Auch in enthaupteten Thieren sind die Nerven lebensthätig, wie die Reflererscheinungen besonders deutlich beweisen. Ist nun ein Nerv, nachdem er durchschnitten worden, zwar lebensthätig, jedoch nicht fähig, Empfindung und willkürliche Bewegung zu vermitteln, so weiß ich dieß nicht anders zu deuten, als daß Empfindung und Willen eben nicht zu seinen Lebensthätigkeiten gehören. Henle freilich leugnet, daß der durchschnittene Nerv das Empfindungsvermögen verliere, und behauptet, dies scheine nur so, weil das Gehirn allerdings das Bewußtsein vermittle [1]). Er beweis't, daß der Urquell der Lebensthätigkeit des Nerven in diesem selbst liege, wie überhaupt die specifische Thätigkeit jedes Organs nur aus ihm selbst, nicht aus einem andern, abgeleitet werden könne, und behauptet, daß die specifische Thätigkeit des sensibeln Nerven eben ein Empfinden, die specifische Thätigkeit des Gehirns aber in Vermittlung des Bewußtseins und im Denken liege. Zur Unterstützung dieser Ansicht beruft sich Henle auf die Erfahrung, daß Reize, welche unsere Sinne treffen, oft nicht im Momente ihrer Einwirkung, sondern erst nachträglich ins Bewußtsein treten, woraus sich ergebe, daß sie auch ohne Bewußtsein, also ohne Mitwirkung des Gehirns empfunden worden. Dergleichen Thatsachen sind unzweifelhaft, aber die Deutung läßt sich angreifen. Ein Wort, welches wir überhören und gleichwohl gehört zu haben uns nachmals erinnern, beweis't nicht, daß wir es in dem Augenblicke empfanden, in welchem es gesprochen wurde. Es beweis't nur, daß die Schallwelle den Hörnerven in einen andern, unstreitig specifischen Zustand versetzte; ob aber dieser Zustand schon das volle Empfinden war, ist noch Gegenstand der Frage. Mir scheint aber die Empfindung keine einfache Lebensthätigkeit zu sein, sondern zusammengesetzt aus einem specifischen Wirken des Sinnesnerven und einem eben so specifischen des Gehirns. Das Sinnesorgan assimilirt den empfangenen Reiz nach seiner Individualität, das Gehirn empfängt diesen Reiz aus zweiter Hand und nimmt ihn auf im Bewußtsein. Erst mit der Aufnahme des Reizes im Bewußtsein wird die Empfindung fertig. Gegen die Behauptung, daß wir auch ohne Bewußtsein empfinden, setzt sich die Erfahrung, die wir an uns selbst machen, eben so wohl als das Raisonnement, dem es darauf ankom-

[1]) Henle's allgemeine Anatomie S. 710.

men muß, zwischen den physikalischen und chemischen Bewegungen in den Sinnesorganen und den Sinnesbildern, wie Farbe, Klang, Wärme, zu unterscheiden.

B. Von den Bewegungen enthirnter Thiere, welche zweifelhaft machen können, ob das Gehirn der ausschließliche Sitz der Seele sei. In Widerspruch mit der Behauptung, daß das Gehirn der Sitz des Willens sei, scheinen zahlreiche Angaben, nach welchen geköpfte Thiere noch zu regelmäßiger Ortsbewegung befähigt waren. Die Strauße, welchen Herodian im Laufe den Kopf abschoß, sollen weiter geeilt sein, und von Hühnern, welche nach Abschneidung des Kopfes davon gelaufen, kann man oft von Augenzeugen hören. Bemerkenswerth ist, daß selbst achtbare Naturforscher ähnliche Erfahrungen mittheilen, deren Haller[1]) und Nasse[2]) ziemlich viele gesammelt haben. Demungeachtet zweifle ich, daß nach Entfernung des Gehirns bei Wirbelthieren andere Bewegungen als Convulsionen vorkommen. Ich habe bei Hühnern wiederholt den Versuch gemacht, mit scharfen Instrumenten und möglichst schnell zu köpfen, habe aber nie etwas anders als Convulsionen gesehen. Dasselbe versichert Kürschner[3]). Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß Hühner, Truthühner und Enten, welche nach dem Schlachten umherliefen, durch einen fehlerhaften Schnitt einen Theil des Gehirns behalten hatten. Aber gesetzt selbst, daß ein im raschen Laufe geköpfter Vogel seinen Lauf ein Stück fortgesetzt habe, wie Karl Boerhave gesehen zu haben versichert, so würden wir immer noch vorziehen, hierin ein unwillkürliches Fortgehen der Maschine zu erblicken, und anzunehmen, daß eine gewisse Association normaler Ortsbewegungen ohne allen Einfluß der Seele zu Stande kommen könne. Es ist nämlich schon deshalb höchst unwahrscheinlich, daß geköpfte Vögel sich willkürlich bewegen sollten, weil nicht einmal Frösche nach Entfernung des Gehirns sich selbstständig bewegen können. Zwar habe ich selbst darauf aufmerksam gemacht, daß Frösche, denen man nach Abschneidung des Kopfes eine gestreckte Lage giebt, diese fast regelmäßig in eine sitzende umändern[4]), allein unstreitig ist Valentin's Bemerkung richtig, daß diese Veränderung der Lage nur durch die überwiegende Kraft der Beugemuskeln vermittelt werde. Bringt man den Frosch gleich bei Anfang des Versuchs in eine, der Muskelruhe günstige Stellung, und schützt ihn vor jedem äußern Reize, besonders auch dem Luftzuge, so stirbt er in der erhaltenen Stellung ohne Ausnahme[5]). Dergleichen Vorsichtsmaßregeln benutzten die alten Experimentatoren nicht, denn erst die Controversen über Reflexbewegungen konnten den Sinn für diese feineren Verhältnisse schärfen. Berücksichtigt man dies, so kann auf die Erzählungen älterer Physiologen, welche an enthaupteten Thieren selbstständige Bewegung beobachtet haben wollen, unmöglich ein großes Gewicht gelegt werden, um so weniger, da die Zahl ihrer Beobachtungen, im Verhältnisse zu dem, was Hall, Müller, Grainger, Valentin, Kürschner und ich selbst über diesen Gegenstand experimentirt haben, gering ist.

Wie wir alle willkürlichen Bewegungen in geköpften Wirbelthieren

---

[1]) Elementa IV. 352.
[2]) Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie. I. 221.
[3]) M. Hall's Abhandlungen über das Nervensystem, aus dem Englischen mit Erläuterungen und Zusätzen von G. Kürschner.
[4]) Müller's Archiv 1838.
[5]) Kürschner a. a. O

leugnen, so leugnen wir auch, daß die Reflexbewegungen auf Willenseinfluß bezogen werden dürfen. Hier, wo in Frage gestellt ist, ob das Gehirn ausschließliches Seelenorgan sei, verdient die Natur dieser Bewegungen eine sorgfältige Berücksichtigung. Enthauptete Thiere reagiren auf äußere Reize fast eben so wie unverletzte. Nach der Enthauptung reiben Kätzchen mit der Hinterpfote die Halswunde, Schildkröten verstecken sich bei Berührung unter ihr Schild, und Frösche, welche bei der Brust gefaßt werden, suchen sich los zu arbeiten. Es hat also freilich den Anschein, als ob die Thiere den äußern Reiz empfänden, und auf eine zweckmäßige Weise demselben zu begegnen suchten, daher auch Le Gallois die Lehre aufstellte, das Prinzip der Empfindung und Bewegung jedes Gliedes liege in dem Theile des Rückenmarks, von welchem das Glied seine Nerven erhalte. Allein diese Ansicht hat viel gegen sich. Allerdings haben die Reactionsbewegungen oft den Anstrich der Zweckmäßigkeit, oft aber auch nicht. So sah Kürschner, daß Frösche eine Stelle der Bauchhaut, welche mit der Pincette geknippen wird, gerade eben so mit dem Fuße bedecken, als eine andere Stelle, die man mit Schwefelsäure betupft, obgleich im letztern Falle nun auch der Fuß von der corrodirenden Säure ergriffen wird. Ueberhaupt läßt sich aus der Zweckmäßigkeit einer Bewegung allein nicht auf die Mitwirkung eines seelischen Princips schließen; erst wenn die zweckmäßige Bewegung zugleich als freie auftritt, wird ein Schluß der Art gerechtfertigt. Die Reactionsbewegungen geköpfter Thiere sind aber bestimmten Gesetzen unterworfen, die von niemand mit gleicher Schärfe aufgefaßt worden sind, als von Kürschner. Zunächst wird die Stärke der Reactionsbewegung durch die Stärke des Reizes bedingt, ein Verhältniß, welches in der Sphäre der willkürlichen Bewegung nicht gilt. Ferner steht die Oertlichkeit der Reactionsbewegung mit der Oertlichkeit der gereizten Stelle in gesetzlichem Zusammenhange. Bei dem Frosche erzeugt Reizung der Haut an einigen Stellen Bewegung der zunächstliegenden Muskeln, an anderen Stellen dagegen Bewegung entlegener Theile. Einige Nerven erzeugen bei kräftiger Reizung allgemeine Reflexbewegungen, andre nur locale. Auch das Genus der Thiere hat Einfluß auf die Art der Bewegung, wie Kürschner richtig angiebt. Geköpfte Frösche richten sich auf den Vorderfüßen auf, wenn die Rückenhaut geknippen wird, Eidechsen auf den Hinterfüßen. Eine derartige Gesetzlichkeit ist mit der Annahme der Willkür nicht vereinbar, eben so wenig die Thatsache, daß die enthirnten Thiere auf den einwirkenden Reiz jedesmal und ohne Ausnahme reagiren. Das lebendige Thier unterliegt einem solchen Zwange nicht, weil es dem äußern Impulse eine innere Kraft des Willens entgegensetzt.

Viel schwieriger ist die Beantwortung der Frage, ob nicht das Rückenmark einen gewissen Antheil an der Vermittlung der Empfindung habe. Indem M. Hall dieß leugnete, berief er sich auf Versuche, wo nach Durchschneidung des Rückenmarks verschiedener Thiere, zwar die Theile unterhalb des Schnittes auf Reize reagirten und Bewegungen machten, als ob das Thier empfände, wo aber der obere, in der That empfindliche Theil des Thieres, vollkommen ruhig blieb, und dadurch zeigte, daß es die Verletzung der Theile unterhalb des Schnittes durchaus nicht fühle [1]).

[1]) Gleiche Beobachtungen haben viele ausgezeichnete Beobachter gemacht, und wenn Budge das Gegentheil bemerkt zu haben versichert (die Lehre vom Erbrechen S. 100 u. f. w.), so kann dies nur auf eine Verwechselung zufälliger Folgen mit

Sehr richtig bemerkt Hall, daß man sich hüten müsse, Bewegungen, welche auf Reize entstehen, zu voreilig als Reactionen auf Empfindung zu betrachten. Man hat bei Menschen Paralysen beobachtet, wo Kitzeln der Fußsohlen nicht empfunden wurde, und dennoch, wie beim Kitzelgefühl, ein Zurückziehen der Füße, und zwar ohne Wissen des Kranken, zur Folge hatte. Aus diesen physiologischen und pathologischen Erfahrungen folgert Hall, daß das Rückenmark ohne Mitwirkung des Gehirns nicht empfinden könne, selbst dann nicht, wenn es lebenskräftig genug geblieben sei, um Reize von der Peripherie her aufzunehmen und auf Bewegungsorgane mit motorischer Wirkung zu reflectiren. Streng genommen beweisen aber die gegebenen Erfahrungen mehr nicht, als daß der mit dem Gehirn versehene Theil des Thieres solche Reize nicht empfindet, welche Partien treffen, deren Verbindung mit dem Gehirn zerstört ist. Ob aber das vom Gehirn getrennte Rückenmark nicht doch gewisse, wenn auch dunkele Empfindungen für sich habe, ist aus ihnen nicht ersichtlich. Bei den niederen Thieren ist eine Theilbarkeit des empfindenden Princips unzweifelhaft, z. B. bei den Raiden, welche sich durch Theilung fortpflanzen; ob bei höheren Thieren etwas Entsprechendes angenommen werden dürfe, ist kaum zu entscheiden. Während nämlich in der Entwicklungsgeschichte der Seele das Empfinden nothwendig dem Wollen vorangeht, so daß ein empfindender Organismus ohne willkürliche Bewegung sehr wohl denkbar ist, so kann doch der Beobachter eines fremden Organismus Empfindung erst aus dem Spiele willkürlicher Bewegung folgern. Wenn nun, wie gezeigt wurde, die willkürliche Bewegung nach der Enthauptung aufhört, so geht freilich die Beweisbarkeit der Empfindung, nicht aber nothwendig die Empfindung selbst verloren. So unmöglich es ist, die Empfindungslosigkeit geköpfter Wirbelthiere zu erweisen, so wenig können wir uns entschließen, ein Empfindungsvermögen derselben anzunehmen. Jedenfalls haben wir keinen Anlaß, uns das Bewußtsein in den höheren Thieren als ein theilbares zu denken, und wir haben uns oben bereits dahin erklärt, daß wir Empfindungsvermögen nur da annehmen können, wo die Perception des Sinnesnerven ein Besitzthum des Bewußtseins wird.

C. Das Gehirn der niederen Thiere ist nicht ausschließliches Seelenorgan. — Die Gliederthiere machen nach Wegnahme des Kopfes Bewegungen, welche Willensthätigkeit voraussetzen. Geköpfte Fliegen und Käfer fliegen und laufen nach der Operation oft ziemlich weit und lange. Sie bewegen sich nicht nur in Folge äußerer Reize, sondern wechseln ab mit Bewegung und Ruhe, und zwar zeigt sich in diesem Wechsel kein fester Typus, und die Ruhe scheint nicht bloße Folge der Ermüdung. Eine geköpfte Schmeißfliege war für Tabacksrauch empfindlich, was freilich nicht nothwendig auf ein Riechvermögen zu beziehen ist. Auf den Rücken gelegt, suchte sie sich aufzurichten, und als ihr, weil dies nie gelang, ein spitzes Hölzchen zur Unterstützung hingehalten wurde, ergriff sie dieses zuerst mit einem Fuße, worauf sie die übrigen Beine geschickt nachzog. Geköpfte Wespen stechen auf eine Weise, welche ihr Streben zu stechen kaum verkennen läßt, denn der Stachel des Thieres wird nicht etwa ganz mechanisch vorgeschoben und eingezogen, sondern das Thier be-

gesetzlichen Wirkungen bezogen werden. Wenn Thiere nach Durchschneidung des Rückenmarks vor Schmerz schreien, falls die unterhalb des Schnittes gelegenen Theile gereizt wurden, so wäre die ganze Lehre vom sensorium commune, wie sie in Jahrhunderten aufgebaut worden, eine Chimäre!

mächtigt sich mit den Füßen eines Gegenstandes, hält ihn fest und sticht hinein. Aehnliches sah Treviranus[1]). Dergleichen Bewegungen sind Reflexbewegungen, denn sie erfolgen ohne äußern Reiz, sie haben auch wenig Aehnlichkeit mit Convulsionen, als welche Grainger sie auffaßt. Denn einerseits fehlt ihnen das Zuckende, welches den Convulsionen eigen ist, anderseits scheinen sie Zwecke zu verfolgen, welche durch die Vorstellung gegeben sind. Unserer Ansicht nach hat also der Bauchstrang der Insecten am Seelenleben allerdings Antheil, und ganz unzweifelhaft ist dies bei den Würmern, welche zerschnitten in beiden Hälften fortleben. Bei den hirnlosen Thieren versteht es sich von selbst, daß das Seelenorgan nicht im Gehirne zu suchen sei; bemerkenswerth ist aber die Entdeckung Rathke's, daß selbst eine Fischgattung: Amphioxus lanceolatus, des Gehirns entbehre.

D. Das Gehirn ist der Sitz der Leidenschaften und Affecte. Bichat beschränkte den Zusammenhang zwischen Hirn- und Seelenleben auf das auffallendste, indem er den Sitz der Leidenschaften und Affecte in die Eingeweide und deren Ganglliennerven verlegte. Er machte besonders darauf aufmerksam, wie sich die Wirkungen der Affecte hauptsächlich in den Eingeweiden wiederspiegeln, und wie umgekehrt die von ihnen ausgehenden vegetativen Processe den Leidenschaften ihre Farbe aufdrücken. Er berief sich ferner auf die natürlichen Gesten, daß z. B. der Denker die Hand nach dem Haupte, der liebeschwörende Jüngling aber nach dem Herzen führe. Bichat glaubte in diesen Bewegungen einen Fingerzeig der Natur zu erkennen, welcher auch dem gesunden Sinne des Volkes nicht entgehe, indem alle Sprachen Wörter aufzuweisen hätten, welche, wie gallig für ärgerlich, den Ursprung der Leidenschaften in den Eingeweiden andeuteten. Bichat ist in dieser Beweisführung geistreich und oberflächlich, wie so oft. Das Unhaltbare seiner Ansicht hat bereits J. Müller vortrefflich auseinander gesetzt[2]). Ein Zusammenhang zwischen Hirn und Eingeweiden einerseits, und Seelenleben und vegetativer Thätigkeit anderseits, hat nichts Befremdendes, vielmehr liegt es im Begriff des Organismus, daß alle Theile und alle Functionen in Wechselwirkung stehen. Die Frage ist: ob die Art der Wechselwirkung eine solche sei, daß ein Causalverhältniß zwischen Eingeweiden und Leidenschaften angenommen werden müsse? Dies ist aber nicht der Fall. Allerdings werden durch den Reiz der Leidenschaft die Eingeweide in Bewegung gesetzt, aber nicht immer Ein Eingeweide durch Eine Leidenschaft, sondern oft mehre; nicht immer dasselbe Organ durch denselben Affect, sondern verschiedene; nicht immer bloß Eingeweide, sondern auch andere Theile: Hände, Füße, Kehlkopf, ja selbst die Haare, welche von Sorgen ergrauen. Bestände ein Causalverhältniß zwischen den Lebensthätigkeiten der vegetativen Gebilde und den Leidenschaften, so müßten gleiche Thätigkeiten mit gleichen Leidenschaften zusammenfallen, während wir sehen, daß Herzklopfen mit Zorn, Angst, Liebe, ja mit jedem heftigen Streben sich verbinden kann. Man wird kein Beispiel finden, daß eindringende Desorganisation der Lunge, der Leber, des Herzens, welche so oft beobachtet werden, das Auftreten einer Leidenschaft unmöglich gemacht habe; aber Desorganisationen des Gehirns erzeugen mit Stumpfsinn ein gleichzeitiges Verschwinden aller Affecte. Affecte und Leidenschaften sind also gesteigerte Sensationen und gesteigerte Strebungen, welche vom Hirnleben abhängen. Sie stehen mit

[1]) Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. II 192.
[2]) Handbuch der Physiologie des Menschen.

den Thätigkeiten der Brust- und der Baucheingeweide in einem Wechselverhältnisse, wie es die allgemeinen Gesetze der Reizbarkeit mit sich bringen. Eine Leidenschaft tritt hervor und erregt eine Menge von Organen, unter anderen auch Eingeweide, und unter den Eingeweiden vorzugsweise dasjenige, welches für Reize besonders empfänglich ist. Wird umgekehrt ein Eingeweide zuerst erregt, so kann die Erregung auf das Gehirn übergehen, Affecte und Leidenschaften können dann zum Vorschein kommen, vor allen diejenigen, zu welchen das Individuum von Natur hinneigt.

III. Untersuchung der Functionen einzelner Hirntheile.

Die Mittel, welche wir besitzen, uns über die Functionen einzelner Hirntheile aufzuklären, sind die vergleichende Physiologie, die Pathologie und das physiologische Experiment, aber alle diese Mittel sind im höchsten Grade unvollkommen. Die vergleichende Physiologie richtet ihr Augenmerk vorzüglich auf das gleichzeitige Auftreten und Wegfallen von Organen und Functionen, und möchte aus dem Parallelismus in der Entwicklung beider auf ihren innern Zusammenhang schließen. Es ist merkwürdig, daß diese scheinbar so rationelle Methode so überaus wenig Resultate giebt. Wir sehen, wenn wir von den höheren Hirnbildungen zu den niederen herabsteigen, Organe auf Organe verloren gehen, ohne nachweisen zu können, daß hiermit bestimmte Arten von psychischen Thätigkeiten verschwänden. Bei den Säugern verschwindet allmälig der hintere Hirnlappen und die Windungen, bei den Vögeln die Hirnschwiele und die Brücke, bei den Amphibien das Gewölbe, aber es läßt sich auch nicht in einem von allen diesen Fällen nachweisen, daß die Seele um ein bestimmtes Vermögen ärmer geworden wäre. Unstreitig besitzt die Natur zur Erreichung ähnlicher Zwecke sehr verschiedene Mittel, wodurch der Schluß aus diesen auf jene ungemein erschwert wird. — Kaum glücklicher in ihren Bestrebungen war die Pathologie. Man durfte annehmen, daß mit Reizung einzelner Hirntheile eine Exaltation einzelner Seelenthätigkeiten auftreten, umgekehrt aber mit Zerstörung bestimmter Theile bestimmte Seelenverrichtungen verschwinden würden. Da aber die Hirntheile zum größten Theile doppelt sind, und da die symmetrischen Organe sich bis auf einen gewissen Grad gegenseitig vertreten, so mußten schon darum die meisten pathologischen Fälle ohne Resultat bleiben, weil nicht beide symmetrischen Theile gleichzeitig leiden[1]). Wiederum beschränkt sich ein Leiden kaum jemals auf ein umschriebenes Organ, vielmehr zieht der ursprünglich afficirte Theil auch andere in Mitleidenschaft, bald diese, bald jene, so daß die durch die Krankheit hervorgerufenen psychischen Erscheinungen meistens viel zu schwankend sind, als daß ihre Beziehung zu den Organen sich bestimmen ließe. Die Schwierigkeit einer solchen Bestimmung wächst noch dadurch, daß die Grenzen des Krankheitsheerdes sich nicht mit Sicherheit auffinden lassen, daher unbestimmt bleibt, ob ein Complex psychischer Störungen auf eine kleinere oder größere Stelle des kranken Gehirns zu beziehen ist. Was endlich die physiologischen Experimente anlangt, so sind auch die Ergebnisse dieser ziemlich dürftig, wenn man vorsichtig ausscheidet, was des Vertrauens nicht würdig ist. Wenn

[1]) Daß die beiden Seitenhälften des Gehirns sich gegenseitig vertreten, fanden Flourens und Hertwig, indem Exstirpation nur einer Hemisphäre oft ohne merkliche Störungen des Seelenlebens ertragen wird. Auch Cruveilhier erzählt von einem Falle, wo bei Atrophie der einen Hemisphäre eines Mannes die Geistesfunctionen unverkümmert fortbestanden.

das anatomische Messer Hirntheile wegnimmt, damit sich zeige, welche psychische Functionen dann in Wegfall kommen, so wird durch die Blutung, durch den Schmerz, überhaupt durch den gewaltsamen Eingriff in die Organisation eine Störung veranlaßt, welche nicht bloß auf Rechnung des weggenommenen Theils kommt. Die Versuche von Arnemann, Flourens und Hertwig zeigen, daß ein Thier, welches unmittelbar nach der Operation fast seelenlos daliegt, sich oft wieder erholt, und daß psychische Vermögen, welche schon verloren schienen, nach einiger Zeit wiederkehren. Streng genommen haben nur solche Vivisectionen Beweiskraft, wo die Wirkung des sie begleitenden Reizes vorüber ist. Nimmt man hierauf Rücksicht, so wird die Zahl der beachtungswerthen Experimente sehr beschränkt. Bei den Säugethieren erfolgt nach Wegnahme bedeutender Hirntheile der Tod fast immer früher, als die Primärwirkung der Operation vorüber ist, so daß gerade in derjenigen Thierklasse die Vivisectionen am wenigsten Aufschluß geben, wo Aufschlüsse am wichtigsten sein würden. Die sichersten Schlüsse auf die Functionen des menschlichen Gehirns dürften wohl aus der Beobachtung der ursprünglichen Bildungsfehler, besonders der mangelnden Theile zu erwarten sein, nur daß bis jetzt wenig Fälle verzeichnet sein möchten, wo die Beobachter sowohl der körperlichen Mißbildung als dem psychischen Defect eine gleiche Aufmerksamkeit zuwendeten.

A. Functionen des großen Gehirns. Flourens [1]) suchte durch Vivisectionen die Verrichtungen des großen Gehirns aufzuklären, und seine zahlreichen Versuche sind um so wichtiger, als sie von Hertwig [2]) und Schöps [3]) in allen wesentlichen Punkten bestätigt worden sind. Wenn bei Hühnern, Tauben und Hunden die großen Hemisphären von oben her scheibenweise allmälig abgetragen werden, so wird das Thier zunehmend stumpfsinniger und verfällt zuletzt in eine Art Sopor. Zuerst verschwindet das Gesicht, dann Geruch, freiwillige Bewegung und Gehör. Ist nicht zu viel Hirnmasse weggenommen, so erholt sich das Thier und bleibt es auch blind, so ist doch sonst keine Störung der Seelenthätigkeit merklich. Ist aber das große Gehirn vollständig entfernt, so bleibt das Thier soporös, obschon Hühner in den Schlund gebrachtes Futter verschlingen, und so Monate lang fortleben und gedeihen. Eine Henne, welcher die Hemisphären genommen sind, sitzt oder steht regungslos da, sie sieht ein vor die Augen gehaltenes Licht, einen drohenden Streich nicht, sie wird von dem heftigsten Geräusch, von starken Gerüchen nicht afficirt, sie sitzt auf einem Getreidehaufen Tage lang, ohne zu fressen. Bringt man ein Getreidekorn auf die Zunge, so bleibt es liegen, nur wenn man es auf die hinterste Wurzel der Zunge schiebt, wird es verschluckt, doch wird bei demselben Verfahren auch das Ungenießbarste verschlungen. Das Thier bewegt sich fast nie von selbst; wird es aber gestoßen, so läuft es gerade aus, wird es in die Luft geworfen, so fliegt es. Bei diesem Laufen und Fliegen berücksichtigt es keinen Widerstand, es läuft gegen eine Wand ohne umzukehren. Flourens folgert hieraus, daß die großen Hemisphären nicht nur der Sitz der höheren seelischen Vermögen: der Einbildungskraft, des Urtheils, der Erinnerung, sondern selbst des Willens und der Sinnenthätigkeit wären. Gegen diesen Schluß bemerkte schon Cuvier, daß ein Vogel, welcher gestoßen, laufe und in die

[1]) Recherches sur les propriétés et les fonct. du syst. nerveux. Paris 1824.
[2]) Experimenta quaedam de effectibus laesionum in partibus encephali. Berol. 1826.
[3]) Meckels Archiv. 1827.

Luft geworfen, fliege, aller Wahrscheinlichkeit nach auch empfinde; aber warum setzte Cuvier nicht hinzu, daß ein Vogel, welcher fliegt, wenn er in der Luft freigelassen wird, doch wohl eine Vorstellung von seiner stützlosen Lage und den Willen, ein Fallen zu vermeiden, besitzen müsse? Für diese Annahme, daß auch nach Entfernung des großen Gehirns das Thier empfinde und wolle, sprechen entscheidende Beobachtungen. Flourens selbst erzählt, daß die von ihm verstümmelte Henne gewöhnlich geschlafen und hierbei den Kopf, nach Gewohnheit der Hühner, unter dem Flügel verborgen habe. Zuweilen aber sei sie erwacht, dann habe sie sich geschüttelt und mit dem Schnabel geputzt. Mir scheint es, daß die Spuren beginnenden Selbstgefühls und Willens hier unverkennbar sind. Uebrigens hat die Entfernung der Hemisphären nicht bei allen Thieren eine gleiche Beschränkung der Seelenthätigkeit zur Folge. Kaninchen und Meerschweinchen laufen nach der Operation frei umher, und die letzteren sollen sogar sich vertheidigen, wenn sie gereizt werden. Eine Ente, welcher Magendie das große Gehirn vollständig genommen hatte, fraß nicht nur selbstständig, sondern suchte und fand auch den Ort, wo ihr Futter und Wasser gewöhnlich vorgesetzt wurde; sie schien so viel zu sehen, daß sie einigermaßen im Stande war, sich zu finden[1]). Die unzweideutigsten Beweise von Empfindung und Willkür geben aber Reptilien, welche das große Gehirn verloren, in welchem Bezuge zahlreiche Beobachter übereinstimmen. 24 Stunden nachdem ich einem Frosche die großen Hemisphären genommen, hüpfte das Thier in der Stube umher und schien die Absicht zu haben, sich unter einem Schranke zu verbergen, dem es sich immer von neuem zuwendete, auch wenn es mit dem Fuße zurückgestoßen, oder mit der Hand umgewendet wurde. In einen großen Topf gesetzt, sprang das Thier nicht vorwärts, sondern aufwärts der Oeffnung zu, als ob es sehen könnte. Vielleicht waren es ähnliche Erscheinungen, welche Desmoulins zu der Angabe bestimmten, daß Frösche nach Entfernung der Hemisphären noch zu sehen vermögen. Hierüber könnte noch gestritten werden; dagegen scheint die Gegenwart eines empfindenden und vorstellenden Princips in dem von mir beobachteten Frosche unleugbar.

Die Wichtigkeit der großen Hemisphären wird auch durch die vergleichende Anatomie angedeutet, aber freilich nur in einer Weise, welche über die speciellen Functionen derselben keinen Aufschluß giebt. Unverkennbar ist, daß bei den Thieren, welche in psychischer Hinsicht minder begünstigt sind, auch das große Gehirn in seiner Entwicklung zurückbleibt, und den Formen, welche im Embryoleben des Menschen vorkommen, näher tritt. Diese Thatsache ist indeß darum nur von untergeordnetem Werthe, weil nicht nur das große Gehirn, sondern auch das kleine Gehirn und die Sehhügel bei den unvollkommenen Thieren sich wenig entwickeln, so daß zweifelhaft bleibt, in welchem jener Theile die Ursache der psychischen Unvollkommenheit zu suchen sei. Die pathologische Anatomie zeigt, daß Idiotismus gewöhnlich mit Verkümmerung der großen Hemisphären verbunden ist. Angeborner Mangel der Hirnschwiele war in einem Falle mit großer Verstandesschwäche verbunden[2]), in anderen Fällen mit Schwäche des Gedächtnisses[3]). Aus dem Vorstehenden scheint zu folgen, daß das große Gehirn für die Seelenthätigkeiten von besonderer Bedeutung, jedoch nicht ihr ausschließ-

[1]) Magendie, Leçons sur les fonctions du syst. nerveux. Vol. I. 254 u. 287. Eine ähnliche Beobachtung an einer Taube machte Louvain ibid. II. 352.
[2]) Reil's Archiv. B. XI. S. 341.
[3]) Treviranus, Biologie B. VI.

liches Organ ist. Auch ist die Wichtigkeit desselben nicht in allen Thieren gleich groß und bei den niederen Wirbelthieren offenbar geringer.

B. Kleines Gehirn. Das verhältnißmäßig noch sehr rege Seelenleben der Thiere, welchen das große Gehirn genommen ist, könnte zu der Vermuthung führen, daß das kleine Gehirn besonders wichtigen Functionen vorstehe; allein die Erfahrung bestätigt diese Voraussetzung nicht. Zwar glaubte man eine Zeit lang, das kleine Gehirn als Organ des Willens betrachten zu müssen, aber diese Ansicht stützte sich auf gewisse Störungen in den willkürlichen Bewegungen, welche verschiedenartig gedeutet werden können, und welche bisweilen sogar ausbleiben. Ein Thier, welchem das kleine Gehirn genommen worden ist, bleibt seiner Sinne mächtig; es verfällt nicht in Schlafsucht, frißt selbstständig, bemüht sich, einem drohenden Streiche auszuweichen, und verräth also einen gewissen Grad von Intelligenz und Willen. — Die vergleichende Anatomie gewährt keine Aufschlüsse. Denn obschon bei den stumpfsinnigeren Thieren das kleine Gehirn in seiner Entwicklung auffallend zurückbleibt, so sind doch Schlüsse hieraus nicht abzuleiten, da das große Gehirn bei denselben nicht minder zurücktritt. Unter den pathologischen Erfahrungen dürfte die von Combette die interessanteste sein, welcher einen vollständigen Mangel des kleinen Gehirns beobachtete [1]). Das eilfjährige Mädchen, bei welchem das kleine Gehirn fehlte, besaß Empfindung und Willen, aber seine intellectuellen Kräfte waren sehr schwach, ein Umstand, der um so wichtiger ist, da das große Gehirn gesund und kräftig entwickelt schien.

C. Verlängertes Mark. Selbst wenn das große und das kleine Gehirn gleichzeitig und vollständig entfernt werden, so daß das verlängerte Mark allein übrig bleibt, sind Zeichen von Empfindung und Willkür unverkennbar, und es muß also angenommen werden, daß dieser Hirntheil allein schon genügt, um richtige Seelenthätigkeiten im Gange zu erhalten.

Unter den Beobachtungen früherer Zeit sind sehr viele mit dieser Annahme vereinbar, nur fehlt ihnen vielleicht immer die feinere Ausführung, welche der Reflextheorie gegenüber allein Beweiskraft hat. Hall, Grainger und Kürschner betrachten die vom verlängerten Mark ausgehenden Bewegungen nur als reflectorische, doch möchten die nachstehenden Beobachtungen dieser Ansicht nicht günstig sein. Neugeborene Hunde und Kaninchen, welche aus dem Lager der Alten genommen werden, machen unaufhörlich Bewegungen unruhiger Art; sie scheinen sich übel zu befinden, besonders zu frieren, und Hunde namentlich winseln. Entfernt man nun das große und kleine Gehirn, so dauern diese Bewegungen eine Zeit lang fort, eben so das Knurren der jungen Hunde. Bei einem Kaninchen sah ich diese Bewegungen scheinbaren Unbehagens in Folge von Erwärmung durch Anhauchen schnell aufhören. Nach einiger Zeit tritt nun zwar Ruhe ein und das verstümmelte Thier scheint in tiefem Schlafe zu liegen; bisweilen bewegt es indeß ohne allen äußern Anlaß eine Extremität, nicht zuckend, sondern ganz so, wie schlafende Thiere sich auch bewegen, wahrscheinlich in Folge von traumartigen Empfindungen und Vorstellungen. Reizt man das Thierchen, so entstehen weiter verbreitete, bisweilen sehr lebhafte Bewegungen. Von großer Wichtigkeit scheint es, daß Reize, obschon von gleicher Stärke, doch nicht jedesmal Bewegung veranlassen, und daß die Reactionsbewegung bald in dem gereizten Theile selbst, bald in einem zweiten oder dritten Gliede,

[1]) Magendie, Journal de Physiol. XI. 27.

vielleicht auch in allen dreien zugleich eintritt. Derartige Bewegungen deuten auf mehr als einfachen Reflex hin. Kneipt man das Thier heftig, so schreit es, aber nicht immer stößt es einen einfachen Laut aus, sondern bisweilen schreit es anhaltender. Bei einem Frosche, dem ich 5 Tage früher die großen Hemisphären genommen hatte und welcher schon ziemlich matt war, entfernte ich auch das kleine Gehirn und die Sehhügel; das Thier lag nun auf einer Glasplatte regungslos und wie todt auf dem Bauche. Ich versenkte dann die Glasplatte in eine Wanne voll Wasser, so daß der Frosch ½ Zoll unter der Oberfläche desselben befindlich war. Hier lag er eine halbe Stunde unbeweglich, dann richtete er sich auf, scheinbar um zu athmen, denn die Nasenlöcher kamen an die Oberfläche. Wiederum nach einiger Zeit fing der Frosch von selbst an zu schwimmen, die Vorderfüße machten hierbei eine schreitende Bewegung, erst nach vorn und dann nach hinten, und mit der Bewegung eines Vorderfußes fiel die Bewegung des gegenüberstehenden Hinterfußes zusammen. Diese Schwimmbewegungen waren matt, aber ziemlich regelmäßig, nur hing das Thier beständig etwas nach einer Seite. Bei einer stärkern Bewegung, welche es ohne äußern Anlaß machte, schlug es um und kam auf den Rücken zu liegen, aber es brachte sich von selbst wieder in die rechte Lage. 24 Stunden später war das Schwimmen noch regelmäßiger, indem selbst die Seitenlage des Thiers nicht mehr bemerklich war; nur schien die Bewegung der einen Körperhälfte kräftiger und das Thier schwamm stets im Kreise nach links. Bewegungen der Art dürfen nicht reflectorische genannt werden, denn zum Begriff dieser gehört die Gegenwart eines Reizes, welcher primär von der Peripherie zum Centrum, und secundär vom Centrum zur Peripherie geleitet wird, ein Vorgang, der in den mitgetheilten Beobachtungen weder nachzuweisen, noch zu vermuthen ist. Vielmehr trägt das ganze Verhalten der verstümmelten Thiere so sehr den Charakter des Seelischen, daß wir keinen haltbaren Grund sehen, dessen Mitwirkung zu leugnen. Zweifelhaft scheint uns nur die Höhe der Entwicklungsstufe, welche bei so beschränkter Hirnmasse die Seele erreichen könne. Wir halten für wahrscheinlich, daß die Existenz der Seele in solchen Fällen eine traumartige sei. Die Empfindungen fehlen gewiß nicht, nur mögen sie stumpfer sein und sehr beschränkt durch den Wegfall der specifischen Sinnesorgane. Auch dunkle Vorstellungen scheinen vorhanden zu sein, an welche sich die ersten thierischen Strebungen knüpfen, von denen dann wieder Bewegungen ausgehen. Derartige Bewegungen erheben sich zwar wohl noch nicht zu der vollen Freiheit der willkürlichen, aber eben so wenig verfallen sie dem Mechanismus der reflectorischen; sie stehen zwischen beiden, was um so weniger befremden kann, da selbst im normalen Leben des Menschen Bewegungen vorkommen, welche von den dunkelsten, für das Bewußtsein fast nicht gegenwärtigen Vorstellungen ausgehen.

Es würde sehr voreilig sein, das Benehmen der Thiere, welchen man das große und kleine Gehirn ausgeschnitten hat, für den Maßstab der psychischen Vermögen zu halten, welche von dem verlängerten Marke ausgehen. Es versteht sich von selbst, daß bei dergleichen Operationen das seelische Princip nicht bloß durch die Verminderung der Hirnmasse, sondern durch die Blutung, den Schmerz und andere Umstände beeinträchtigt wird, daher die Medulla oblongata bei den Seelenthätigkeiten unfehlbar mehr noch leistet, als die Resultate der Vivisectionen ohnehin beweisen. Nimmt man hierauf Rücksicht, so kann die von Joh. Müller ausgesprochene Behauptung, daß das verlängerte Mark Empfindung und Willen vermittle, keinen Anstoß geben.

D. Phrenologie. Wenn unsere Kenntniß von den Verrichtungen einzelner Hirntheile noch heut zu Tage höchst schwankend und dürftig scheint, so muß man sich wundern, daß Gall schon vor Jahren mit einer Lehre hervorzutreten wagte, welche das Verhältniß des Gehirns zu den psychischen Functionen bis ins Feinste ausführte, und die Nachweisbarkeit von 27 einzelnen Organen, als materieller Grundlagen eben so vieler psychischer Elementarkräfte, behauptete. Seine Lehre stützt sich auf die vorgebliche Erfahrung, daß hervorspringenden Geisteskräften vorspringende Theile am Schädel entsprächen, deren Größe von der Entwicklungsstufe tiefer liegender Hirntheile abhänge. Er behauptete, die Seelenkräfte entwickelten sich ungleichmäßig und einzeln, müßten also auch an einzelne Organe gebunden sein. Da das Causalverhältniß zwischen Hirn und Seelenleben keinem Zweifel unterliegt, so müßten diese Organe im Gehirn gesucht werden. Entwickle sich das Organ der Masse nach kräftiger, so müsse es wenigstens der Anlage nach mehr leisten. Da nun, bei dem Parallelismus der äußeren und inneren Schädelwandungen, die Größenentwicklung einzelner Hirntheile sich am Schädel äußerlich abspiegele, so seien die Vorsprünge und Vertiefungen am Schädel die Kennzeichen für das Mehr oder Weniger der Talente und Neigungen. Entspreche die Erfahrung in manchen Fällen diesem nicht, so sei zu bedenken, daß Anlagen vorhanden sein könnten, ohne zur Entwicklung zu kommen, so wie anderseits eine geeignete Erziehung den Mangel der Anlage, wo nicht ersetzen, doch verhehlen könne. — Diese Hinterthür im Gall'schen Lehrgebäude muß wohl beachtet werden, denn sie ist es, durch welche die Phrenologen jedem ernsthaften Angriff ihrer Gegner zu entschlüpfen wußten.

Gall wollte Organe für psychische Elementarkräfte aufstellen; aber eine Aufstellung der Art ist erst dann möglich, wenn nicht nur über das, was einfache oder zusammengesetzte Kräfte sind, schon entschieden, sondern auch das wesentlich Zusammengehörige und wesentlich Verschiedene a priori schon erkannt ist.

Der Philosoph mußte erweisen können, daß Geschlechtsliebe etwas wesentlich Verschiedenes von Kinderliebe sei, wenn dem Physiologen geglaubt werden sollte, daß er für jede derselben ein besonderes Organ gefunden. Der flüchtigste Blick auf das Gall'sche System reicht aber aus, anzuzeigen, daß sein Verfasser darüber ganz im Unklaren blieb, was in den seelischen Thätigkeiten als wesentlich zusammengehörig, oder als wesentlich getrennt betrachtet werden müsse. In der That erscheint seine Eintheilung der Seelenkräfte durchaus willkürlich. Dies muß nun mit rückwirkender Kraft die Beobachtung verdächtigen. Denn wenn Gall z. B. Hochmuth und Höhensinn, d. h. Neigung auf Bergen zu leben, an Ein Organ gebunden fand, so entsteht nothwendig ein Mißtrauen gegen die Beobachtung, oder, ist diese in Richtigkeit, der Zweifel, ob auf solche Ergebnisse eine Theorie sich gründen lasse. Wie wenig Gall wußte, wie es um jene Elementarkräfte stehe, für welche er Organe aufsuchte, zeigt die Aufstellung eines Diebssinnes. Schon Napoleon machte die richtige Bemerkung, daß der Diebssinn ein Auswuchs der Gesellschaft, nicht ein Naturproduct sei, also auch kein Organ haben könne. Gall hat diesen Einwurf vergeblich zu beseitigen gesucht. Das Thier soll angeborener Weise Eigenthumssinn haben, und der Beweis soll darin liegen, daß der Hamster Vorräthe sammelt, und der Hund einen geraubten Knochen vertheidigt. Wenig schlechter wäre die Beweisführung, wenn Gall behauptete, der Hund, dem man auf den Schwanz tritt, beiße

um sein Eigenthum zu vertheidigen. Zudem bliebe die Frage übrig, mit welchem Rechte Gall Eigenthumssinn, Sammelsinn und Diebssinn an ein und dasselbe Organ band. Der Geizhals kann zusammenscharren ohne Neigung zu stehlen, der Dieb kann stehlen, ohne mit dem Gewonnenen zu kargen, und der Hamster sammelt ohne Geiz und ohne Diebssinn, er sammelt, wie der Vogel Moos, Federn und Halme sammelt zum Nestbau. Mit welchem Rechte hat nun Gall diese grundverschiedenen Neigungen an ein Organ gebunden? vielleicht weil die Erfahrung die Einheit des Organs für jene Neigungen ausweis't. Gesetzt dies wäre der Fall, so widerlegte die Erfahrung den Fundamentalsatz der Gall'schen Theorie, den Satz nämlich, daß wesentlich verschiedene Thätigkeiten nothwendig verschiedener Organe bedürfen [1]).

In dem Werke Gall's lassen sich nicht nur einzelne sehr oberflächliche Beobachtungen nachweisen, sondern die ganze Methode der Untersuchung ist so fehlerhaft, daß sie ein sicheres Resultat gar nicht geben kann. Einzelheiten anlangend, so vergleiche man, wie das Organ des Stolzes entdeckt und nachgewiesen worden. Der Sohn eines reichen Mannes, welcher durch Faulheit und Liederlichkeit verarmt, klagt seine Noth und bemerkt, daß er sich stets für viel zu gut gehalten, um arbeiten zu mögen, und daß dies die Quelle seines Unglücks sei. Hierin sieht Gall ein Extrem des Stolzes, und ein Vorsprung am Schädel des Erzählers muß nun zum Organ des erwähnten Affects werden. Aber der Stolze hält sich nicht für zu gut, um zu arbeiten, sondern strengt sich an, um sich Geltung zu verschaffen! Paart sich jedoch Stolz zufällig mit Faulheit, so spricht wenigstens der Stolze nicht hierüber, er erniedrigt sich nicht durch Klagen über die Armseligkeit seiner Lage, und am allerwenigsten findet er die Ursache seines Elends in seiner eignen Thorheit. Gall hat die Sprache des Stolzes gänzlich verkannt, und muß sich gefallen lassen, wenn wir zweifeln, daß er Untersuchungen gewachsen war, bei welchen sich der feine Beobachtungsgeist des Psychologen mit dem des Physiologen hätte vereinigen müssen. —

Wir bemerken aber ferner, daß wir die Methode der Untersuchung überhaupt mit Argwohn betrachten. Gall behauptet, daß die Größe der psychischen Anlagen durch die meßbare Größe der Hirnorgane angedeutet werde, er müßte also einen Maßstab nachweisen, mit welchem die Größe psychischer Anlagen und Neigungen mit Sicherheit gemessen werden könnte. Wir zweifeln, daß ein solcher Maßstab existire. Dieselben geistigen Thätigkeiten haben nicht nur ihre quantitativen Steigerungen, sondern auch, in Bezug auf die Richtung, ihre qualitative Differenz. Hiermit ist die Möglichkeit quantitativer Vergleichung so gut wie vernichtet. So kann ein Affect wie die Liebe, eine sinnliche, eine verständige und eine vernünftige Richtung haben, und es scheint dann unmöglich, zu sagen, ob die eine die größere sei, oder die andere. Diese verschiedenen Richtungen hat Gall sehr gut gekannt, und ist deßhalb genöthigt gewesen, Ein Hirnorgan als materielle Basis verschiedener Verzweigungen ein und derselben Fundamentalkraft zu betrachten. So ist sein Organ des Eigenthumssinnes zugleich das des instinktmäßigen Sammelns, des Geizes, der Habsucht und der Dieberei. Ganz abgesehen von dem Ungehörigen dieser Zusammenstellung muß man fragen, wie Gall in

[1]) Freilich betrachtet Gall diese Neigungen als wesentlich gleich und setzt die Analogie in die Richtung der Seele auf das Eigenthum. Der psychologische Mißgriff in dieser Ansicht bedarf keines Beweises.

vorkommenden Fällen die Größen jener pſychiſchen Anlagen gemeſſen, was unerläßlich nöthig war, um die Einſicht zu gewinnen, daß dieſe Größen und die Größe des materiellen Hirnorgans in entſprechendem Verhältniß ſtanden. Es verſteckt ſich nämlich in ſolchen Fällen die Differenz des quantum hinter der Differenz des quale, und wie der Grad der Süßigkeit verſchiedener Subſtanzen ſich kaum vergleichen läßt, wenn man mit einem Bitterſüßen, einem Sauerſüßen und einem Ekelſüßen zu thun hat, ſo läßt ſich das quantitative Element der geiſtigen Anlagen aus dem Zuſatze der Richtungsverſchiedenheiten noch viel weniger herausfinden! Gründlicher noch ließe ſich mit den Waffen der Hegel'ſchen Logik die Lehre Gall's angreifen. Vortrefflich hat Hegel nachgewieſen, daß die Kategorie der Quantität in die der Qualität überſchlägt, z. B. daß tropfbare Flüſſigkeiten bei einem gewiſſen Grade der Hitze die Qualität der Tropfbarkeit verlieren und ſich in Dämpfe verwandeln. Eben ſo verwandeln die ſeeliſchen Anlagen und Neigungen mit dem Grade ihre qualitative Natur. Man ſteigere die Gabe zu abſtrahiren, welche in einem gewiſſen Grade das philoſophiſche Talent begründet, bis zu einem gewiſſen Punkte, und man gewinnt ſtatt eines philoſophiſchen Kopfes, einen Kopf voll leerer Abſtraktionen.

Aber nicht bloß die Gall'ſche, ſondern jede Kranioſkopie iſt unhaltbar, wenn ſie von dem Grundſatze ausgeht, daß die meßbare Größe eines Hirnorgans die dynamiſche Größe einer ſeeliſchen Thätigkeit bedinge, und daß zwiſchen beiden Größen ein Parallelismus ſtattfinde, welcher Folgerungen von der einen, uns bekannten, auf die andere, uns zunächſt unbekannte, zulaſſe. Wir haben oben bereits nachgewieſen, wie die Reſultate der vergleichenden Anatomie einem derartigen Lehrſatze durchaus entgegen ſind. Auch unter den Menſchen ſind gute Köpfe mit kleinen Schädeln und arge Dummköpfe mit großen, nichts Unerhörtes. Wir haben ſo wenig Anlaß, zu glauben, daß die Größe des Hirns einen großen Geiſt bedinge, daß wir im Gegentheil zu der Annahme berechtigt ſind, es gebe eine Größe, welche durch ihr Zuviel ſchade. Denn nach der Angabe der ausgezeichnetſten Pathologen giebt es auch im Gehirn hypertrophiſche Zuſtände, welche hier, wie überall im Körper, durch zu viele Maſſenablagerung die normalen Functionen beeinträchtigen. Aber geſetzt auch, was entſchieden nicht der Fall iſt, die Maſſenvermehrung des Gehirns wäre der Entwicklung geiſtiger Kräfte unbedingt förderlich, ſo muß jedenfalls eingeräumt werden, daß dieſe Entwicklung auch noch durch andere ſomatiſche Verhältniſſe ſowohl begünſtigt, als gehemmt werden könne. Daß das Seelenleben von der Structur des Hirns, z. B. von dem Laufe und der Complication der Faſern, von der Wechſelwirkung der grauen und weißen Subſtanz u. ſ. w. abhänge, wird kein Phyſiolog leugnen. Daß ferner die Miſchung der Hirnſubſtanz von Einfluß ſei, beweiſen, außer vielen anderen Umſtänden, die Erſcheinungen der Trunkenheit und des Narkotismus. In ſo weit es alſo überhaupt zuläſſig iſt, die pſychiſchen Energien von phyſiſchen Verhältniſſen abzuleiten, in ſo weit iſt nothwendig, nicht auf ein vereinzeltes derſelben, ſondern auf alle Rückſicht zu nehmen. Der Phyſiolog, welcher die Größe der pſychiſchen Kräfte nach der Größe der Hirnorgane ſchätzen wollte, könnte nicht einmal auf annäherungsweiſe richtige Reſultate rechnen, und würde in den Fehler des Phyſikers verfallen, welcher ſich anmaßte, die Diagonale im Parallelogram der Kräfte nach dem Maßſtabe einer vereinzelten Seitenkraft zu berechnen [1]).

[1]) In dieſen Fehler verfällt unvermerkt auch Carus (Grundzüge einer neuen und

Auch Carus[1]) hat mit bestimmten Theilen des Gehirns bestimmte Seelenthätigkeiten in Verbindung gebracht. Nach ihm ist das Vorderhirn (große Hemisphären) der Sitz der Intelligenz, das Mittelhirn (Vierhügelpartie) das Centrum des Gefühls und Gemüths, das Hinterhirn (cerebellum) aber, der Repräsentant des Triebes und Willens.

Wir finden diese Ausdrücke nicht bezeichnend und glauben, daß dieselben weniger auf Beobachtung, als auf dem theoretischen Bedürfniß begründet sind, 3 prätendirte Urvermögen der Seele mit 3 Urtheilen des Gehirns in Verbindung zu bringen[2]). Wir haben, wie oben gezeigt wurde, sehr wenig Andeutungen, daß das kleine Gehirn die Triebe und den Willen vermittle, und die Versuche von Flourens zeigen deutlich, daß die Hemisphären des großen Gehirns beim Begehren und Wollen ebenfalls betheiligt sind. Wenn Flourens das große Gehirn ausschließlich als Centrum des Willens betrachtete, so hatte er zwar Unrecht, aber immer mehr Recht als Carus. Es scheint uns überhaupt sehr mißlich, Seelenthätigkeiten allgemeiner Art an bestimmte Regionen des Gehirns, oder gar an einzelne Organe zu binden, am wenigsten ist das materiell und virtuell Zusammengehörige für jetzt schon nachweisbar. Hätte Carus Recht, so müßte nach Ausschneidung des kleinen Gehirns bei Fröschen, die Willkür der Bewegung ebensowohl als der Trieb zur Begattung verloren gehen, was beides der Erfahrung entgegen ist; es müßte ferner mit Ausschneidung des Vorderhirns jede Offenbarung der Intelligenz unmöglich sein, was ebenfalls nicht der Fall ist. Denn die Intelligenz, von der hier allein die Rede sein kann, nämlich die allgemeine thierische, bleibt nach Entfernung der Hemisphären, d. h. es bleibt, wie die früher mitgetheilten Beobachtungen beweisen, das Vermögen, gewisse objective Verhältnisse aufzunehmen, zu Vorstellungen zu verarbeiten, und sogar zu gewissen Zwecken selbstständig und willkürlich zu benutzen. Die Wegnahme der Hemisphären beschränkt nur die Intelligenz auf eine kleinere Sphäre und schwächt ihre Energie. Wiederum zeigen pathologische Erfahrungen, daß dergleichen Beschränkung und Schwächung nicht bloß von Beeinträchtigung des großen, sondern auch von einem Erkranken des kleinen Gehirns ausgehen können. Man scheint daher annehmen zu müssen, daß nicht nur die Fundamentalvermögen der Seele, sondern auch die von ihnen zunächst abzuleitenden Thätigkeiten allgemeiner Art an die Totalität der Hirnmasse, nicht aber an einzelne Theile derselben gebunden sind. Ist dies in Richtigkeit, so wird eine höhere Entwicklung irgend eines Hirntheils mit einer Potenzirung aller Uephänomene des Seelenlebens zusammenfallen; es wird z. B. eine feinere Ausbildung des kleinen Gehirns nicht nur dem Willen und Triebe, sondern auch der Intelligenz zu Gute kommen, wohin vielleicht die Beobachtung von Malacarne bezogen werden kann, daß die Zahl der Blätter des kleinen Gehirns mit den intellectuellen Kräften in einem gewissen Verhältniß steht. Mit dieser Ansicht ist die zweite vereinbar, daß die specielleren Seelenphänomene mit

---

wissenschaftlichen Kranioskopie); desgleichen der englische Phrenolog Noël, welcher, um recht sicher zu gehen, sagt: die Größe der Hirntheile sei caeteris paribus der Maßstab für die Energie der Seelenthätigkeiten. Mit gleichem Rechte könnte man sagen, die Dickleibigkeit eines Buches sei caeteris paribus der Maßstab für dessen Werth.

[1]) A. a. O.

[2]) Nimmt man an, daß es nur zwei psychische Grundvermögen giebt, das des Erkennens und Begehrens, so fällt dieses Bedürfniß weg.

speciellen Organen in Beziehung stehen; doch muß ich bekennen, daß ein derartiger Separatismus in den Seelenorganen mir höchst unwahrscheinlich vorkommt. Denn die Talente und Neigungen, denen sie dienen sollen, sind nichts so Einfaches, wie die Phrenologen voraussetzen, sie entstehen vielmehr aus dem Zusammenwirken verschiedener Thätigkeiten, und beruhen demnach auf der Concurrenz verschiedener Organe. Man nehme ein Talent welches man wolle, so wird es eine weitere Analyse zulassen, wie z. B. das Talent der Malerei nicht nur den Sinn für Farben und Formen, sondern eine Menge anderer Gaben in Anspruch nimmt, ohne welche das Schöne und Erhabene sich nicht einmal begreifen, vielweniger bilden und darstellen lassen. Das Wort Talent ist also ein Collectivname für zahlreiche Gaben, welche günstig zusammenwirken. Für alle diese Thätigkeiten zusammengenommen existirt gewiß eben so wenig ein einfaches Organ, als für die Summe von Thätigkeiten, welche wir unter dem Namen Verdauung zusammenfassen.

IV. Das Gehirn als Organ der Empfindung.

A. Von der Sensibilität des Gehirns. — Der größte Theil des Gehirns ist für mechanische Reize unempfindlich, wie zahlreiche Versuche an den verschiedensten Thieren und gelegentliche Beobachtungen an Menschen erwiesen haben. Vollkommen unempfindlich sind die Hemisphären des großen und kleinen Gehirns, die Hirnschwiele, das Gewölbe, die Sehhügel und die gestreiften Körper in ihren höher liegenden Theilen. Eine geringe Empfindlichkeit besitzen die Schenkel des kleinen Gehirns, die Vierhügel und die gestreiften Körper an ihrer Basis; eine sehr beträchtliche dagegen das verlängerte Mark und die Brücke. Hiernach scheint es, daß die empfindenden Fasern vom Rückenmark durch die ganze Dicke der Medulla oblongata nach oben steigen und in den Schenkeln des kleinen Gehirns, in den Vierhügeln und an der Basis der gestreiften Körper ihr Ende erreichen. Mit dieser Annahme stehen die schmerzhaften Apoplexien des großen Gehirns nicht in Widerspruch, denn der Druck des ergossenen Bluts muß bei der halbflüssigen Consistenz der Hirnmasse auf alle Theile der Schädelhöhle gleichzeitig wirken, also auch auf die empfindlichen. Mehr Schwierigkeiten macht die Erklärung der Kopfschmerzen, welche, wie die nervösen, sich von einem Drucke nicht ableiten lassen. Indeß wissen wir, daß auch andere unempfindliche Theile, wenn sie erkranken, Schmerzen erregen, eine Erscheinung, welche man durch specifische Reizbarkeit zu erklären pflegt. Bemerkenswerth ist, daß die Kopfschmerzen nicht immer an der Stelle des organischen Leidens selbst auftreten.

Wie das Gehirn die Empfindung überhaupt vermittelt, so vermitteln bestimmte Partien desselben die Empfindung an bestimmten Körpertheilen. Wir haben schon erwähnt, daß nicht nur bei Amphibien und Vögeln, sondern auch bei manchen Säugethieren die Hemisphären ohne Vernichtung der Sensibilität vollkommen entfernt werden können. Nach manchen Erfahrungen zu schließen, hat auch im menschlichen Organismus das große Gehirn auf die Empfindung nur geringen Einfluß. Wenigstens sind Fälle bekannt, wo enorme Zerstörungen in einer Hemisphäre weder auf der entsprechenden Körperseite noch auf der entgegengesetzten Aufhebung des Gefühls zur Folge hatten, und das Schreien der Acephalen möchte wohl ebenfalls auf vorhandene Empfindung zu beziehen sein. Unter diesen Umständen ist es auffallend, daß apoplektische Ergüsse im großen Gehirn sehr häufig das Empfindungsvermögen betheiligen. Litte dieses Vermögen im Allgemeinen, so wäre durch

den Druck des Bluts auf die Totalität des Gehirns eine Erklärung gegeben; allein die Sensibilität schwindet mit äußerst seltenen Ausnahmen nur auf der dem Krankheitssitze entgegengesetzten Seite. Dies könnte andeuten, daß bei den Apoplexien sensible Fasern außer Thätigkeit gesetzt würden, welche von den Hemisphären in kreuzweiser Richtung zum Rückenmarke verliefen; nur ist diese Annahme mit allen den Beobachtungen in Widerspruch, aus welchen oben gefolgert wurde, daß, vom Rückenmarke aus gerechnet, die empfindenden Fasern in den Vierhügeln und an der Basis der gestreiften Körper ihr Ende erreichen. So schwierig es sein dürfte, diese Widersprüche aufzulösen, so verdient doch die Thatsache Anerkennung, daß von den Hemisphären aus die Sensibilität der gegenüber liegenden Körperhälfte zerstört werden kann. Der Einfluß der Hemisphären auf die Empfindung ist, wie schon bemerkt wurde, ein gekreuzter; doch gilt dieses Gesetz weniger für die Gefühlsnerven des Gesichts, deren Paralysen häufig auf der Seite des Krankheitssitzes bemerklich werden.

Geruch, Gesicht und Gehör schwinden bei Verletzung der Hemisphären noch leichter als das Tastgefühl, und kehren nicht so leicht als dieses wieder, wenn das Thier am Leben bleibt. Die Wirkung der Hemisphären auf das Auge ist eine gekreuzte, ob auf die übrigen Sinne ebenfalls, ist unbekannt. Die Sensibilität des Gesichtsnerven ist besonders abhängig von den Sehhügeln und Vierhügeln, und auch hier ist die Wirkung eine kreuzweise. Oberflächliche Verletzung der Vierhügel erzeugt nur vorübergehende Blindheit, völlige Zerstörung dagegen bleibende. Ist nach einer solchen Operation Blindheit eingetreten, so ist das Auge in manchen Fällen dennoch sensibel, wie die Bewegungen der Pupille bei Lichtreiz ausweisen. In der Pathologie fehlt es nicht an Beispielen, daß auch Störungen des kleinen Gehirns und der Brücke mit Lähmungen verschiedener Sinnesorgane verbunden waren; aber Fälle der Art erlauben keine Folgerungen, da die Grenzen des Krankheitsheerdes zu unbestimmt sind; auch sind sie verdächtig, da sie mit dem Resultate der Vivisectionen in Widerspruch stehen.

V. Das Gehirn als Organ willkürlicher Bewegungen.

A Gesetzliches Verhältniß zwischen den Hirntheilen und den von ihnen abhängigen Muskeln. — Dieselben Hirntheile, welche bei mechanischer Reizung sich unempfindlich zeigen, erregen in gleichem Falle keine Convulsionen. Solche Theile sind die Hemisphären des großen und kleinen Gehirns, Hirnschwiele, Gewölbe, Sehhügel und die oberen Partien der gestreiften Körper. Nur die untersten Schichten der letzteren, die Vierhügel, die Brücke und die Schenkel des kleinen Gehirns erzeugen, wenn sie gereizt werden, mäßige Convulsionen; das verlängerte Mark aber erzeugt heftige. Demnach scheinen auch die motorischen Fasern nicht tiefer in das Gehirn einzudringen, und wenn die Apoplexien sich bisweilen mit Convulsionen verbinden, so ist auch hier der Druck des ergossenen Bluts in Rechnung zu ziehen. Die Zuckungen erfolgen, ausgenommen bei Reizung des verlängerten Markes, immer auf der entgegengesetzten Körperseite. Dies bestätigen für die Vierhügel Flourens und Magendie, für die Brücke Serres und Budge, für die Pyramiden, oberhalb der Kreuzungsstelle, Magendie. Da die motorischen Fasern an der Basis der gestreiften Körper Fortsetzungen der Pyramiden sind, so darf auch bei ihnen eine kreuzweise Wirkung angenommen werden, obschon specielle Versuche über diesen Punkt zu fehlen scheinen, und mir nicht gelingen wollten. In Bezug auf

das verlängerte Mark haben mehre Beobachter und namentlich Flourens behauptet, daß die Convulsionen nur auf der mit der Verletzung gleichnamigen Seite auftreten. Dies ist nicht richtig. Durch einseitige Reizung des verlängerten Markes erregte ich wenigstens bei Fröschen, nicht selten allgemeine Convulsionen, und in einigen Fällen sah ich Zuckungen der Augenmuskeln auf der gleichen und Convulsionen des Hinterbeins auf der gegenüberliegenden Seite. Die letztere Beobachtung ist übereinstimmend mit den schätzbaren Experimenten Budge's, welcher bei verschiedenen Thieren und zwar bei Katzen constant bemerkte, daß Reizung der einen Seite des verlängerten Markes Convulsionen erregte, welche in den vorderen Extremitäten auf der entsprechenden Körperseite, in den hinteren dagegen auf den gegenüberliegenden zu Stande kamen[1]). Auffallend ist, daß die Convulsionen, welche bisweilen die Apoplexien begleiten, fast ohne Ausnahme auf der Seite der Verletzung auftreten, da nach den Erfolgen der Vivisectionen das Gegentheil zu erwarten stände.

B. Von den Lähmungen nach Zerstörung gewisser Hirntheile. Es kann nicht leicht irgend ein Hirntheil verletzt werden, ohne daß Muskelschwäche entstünde. Entfernt man größere Massen von Hirnsubstanz, so ist die Schwäche beträchtlich, ja es erfolgt nicht selten eine wenn auch nur vorübergehende Paralyse. Diese Herabstimmung der Muskelkraft soll nach den Beobachtungen von Serres und Abercrombie bei Verletzungen des kleinen Gehirns besonders die unteren Extremitäten treffen, womit indessen die Beobachtungen von Hertwig[2]) nicht übereinstimmen. Mit sehr seltenen Ausnahmen treten Schwäche und Paralyse auf der Seite des Körpers auf, welche der Verletzung gegenüber liegen. Diese gekreuzten Wirkungen zeigen sich auch in pathologischen Fällen. Unter 268 einseitigen Abnormitäten des Gehirns, welche Burdach zusammenstellte, kommen 243 Fälle von einseitiger Lähmung in gekreuzter Richtung, 10 Fälle mit Lähmung beider Seiten, und nur 15 Fälle von Lähmungen vor, welche auf der Seite der Degeneration auftreten[3]). Ungleich weniger regelmäßig zeigt sich kreuzweise Wirkung in den Muskeln des Gesichts, und die Lähmung der Augenmuskeln entsteht vielleicht noch häufiger auf der kranken als auf der gesunden Hirnseite.

Diese Erfahrungen sind in vieler Hinsicht befremdlich. Wie ist es möglich, daß die Hemisphären des großen und kleinen Gehirns, welche nach Obigem der motorischen Fasern zu entbehren scheinen, in apoplektischen Fällen die Ursachen zu Paralysen abgeben? Bei dem allgemeinen Zusammenhang aller Theile eines Organismus untereinander würde eine Hemmung der Muskelbewegung bei Zerstörung nervöser Centraltheile nichts Auffallendes haben, wenn die Paralyse eine allgemeine wäre. Statt dessen ist sie nur einseitig, erfolgt in kreuzweiser Richtung und nöthigt, einigermaßen eine Continuität der Faserung anzunehmen, welche sich gleichwohl in den Reizversuchen nicht durch Zuckungen zu erkennen giebt. Noch sonderbarer ist, daß in denselben Apoplexien, wo die Lähmung auf der entgegengesetzten Seite des Hirnleidens zum Vorschein kommt, die Convulsionen in der Regel auf der gleichnamigen Seite auftreten, eine Erfahrung, welche schon Hippokrates machte, und welche nicht nur durch ärztliche Praxis bestätigt wird,

---

[1]) Budge, Untersuchungen über das Nervensystem, S. 21 u. 43.
[2]) A. a. O. Ep. 1.
[3]) Burdach, vom Bau und Leben des Gehirns. III. 368.

ſondern auch in den Reſultaten der Viviſectionen bisweilen ihr Analogon findet. Magendie[1]) machte zuerſt die intereſſante Bemerkung, daß Verletzungen der Pyramiden oberhalb der Kreuzungsſtelle Convulſionen auf der gegenüberliegenden und Lähmung auf der gleichnamigen Seite veranlaſſen, welcher Fall den Apoplexien in ſo fern gleicht, als eine einſeitige Hirnverletzung differente Leiden in der einen und der andern Seite des Körpers zu Stande bringt. Freilich entſteht hiermit eine neue Schwierigkeit, in ſo fern die Vertheilung der Convulſionen und der Paralyſe in beiden Fällen die entgegengeſetzte iſt.

C. Abhängigkeit der Coordination der Bewegung von beſtimmten Hirntheilen. Flourens kam durch ſeine Viviſectionen zu dem Reſultate, daß das kleine Gehirn das Organ ſei, durch welches die bewegenden Kräfte geregelt und zur Ausführung geordneter Ortsbewegungen fähig gemacht würden. Wenn er bei Vögeln das kleine Gehirn ſcheibenweiſe abtrug, ſo wurden die Bewegungen immer ſchwankender und unſicherer. Das Thier fiel von einer Seite auf die andere, es ſtützte ſich beim Gehen bald auf die Flügel, bald auf den Schwanz, es wollte fliegen ohne zu können, es wollte einem drohenden Streiche ausweichen, aber die Bewegungen, welche es machte, waren verkehrt. Nicht nur wurden dieſe Angaben von Hertwig, Fodéra und Anderen beſtätigt, ſondern Flourens glaubte auch gefunden zu haben, daß in der Trunkenheit, wo der Gang taumelnd iſt, die Urſache der geſtörten Bewegung in Blutüberfüllung des kleinen Gehirns liege. Nach den mitgetheilten Erfahrungen ſcheint unzweifelhaft, daß das kleine Gehirn auf die zweckmäßige Verbindung der Bewegungen unter einander einen Einfluß habe; die Behauptung aber, daß es das ausſchließliche Organ der Coordination aller Bewegungen ſei, würde aus verſchiedenen Gründen übertrieben erſcheinen. Erſtens haben auch andere Theile des Gehirns auf die Anordnung der Bewegungen Einfluß. Abtragung einer Hemiſphäre hat ſehr häufig die Folge, daß das Thier, ſtatt gerade aus, in Kreisbogen nach der verwundeten Seite hinwärts läuft, fliegt oder ſchwimmt. Daſſelbe bemerkten verſchiedene Beobachter bei Verletzung der Vierhügel, nur daß nach Magendie und Desmoulins die Amphibien den Kreisbogen nach der geſunden Seite hinwärts beſchreiben ſollen[2]). Serres ſah bei Zerſtörung der Vierhügel einen taumelnden Gang eintreten, auch beobachtete er einen ſolchen Gang und ſogar Veitstanz wiederholt bei pathologiſchen Veränderungen der Vierhügel. Zweitens beweiſen die Reflexbewegungen geköpfter Thiere, daß ohne irgend eine Mitwirkung des Gehirns ziemlich zuſammengeſetzte und zweckmäßige Bewegungen ausführbar ſind. Freilich ſind dieſe Bewegungen noch keine Ortsbewegungen. Kürſchner hat in dieſem Bezuge die Bemerkung gemacht, daß die Sprünge enthaupteter Fröſche ſich dadurch auszeichnen, daß die vorderen Extremitäten an der Bewegung keinen Antheil nehmen, daher das Thier nach dem Sprunge platt auf den Bauch fällt. Drittens ſind ſogar regelmäßige Ortsbewegungen bei beträchtlichen Zerſtörungen und ſogar bei Mangel des kleinen Gehirns beobachtet worden. Nach Magendie und Desmoulins wird bei den Batrachiern und Fiſchen durch Wegnahme des kleinen Gehirns die Bewegung gar nicht geſtört und ich ſah bei Fröſchen wenigſtens ein regelmäßiges Schwimmen. In Uebereinſtimmung hiermit ſind die Beobachtungen

[1]) Magendie, sur les fonctions du syst. nerveux. I. 301.
[2]) Sur les systèmes nerveux. II. 590.

von Serres, welcher sogar von Vögeln erzählt, welche nach der Operation noch flogen[1]). Verschiedene von Abercrombie mitgetheilte pathologische Fälle zeigen, daß bei den größten Zerstörungen des kleinen Gehirns die Coordination der Ortsbewegungen fortbestehen könne[2]), ja dasselbe zeigt sich in dem von Combette mitgetheilten Falle[3]), wo das kleine Gehirn bei einem Mädchen gänzlich fehlte. Nach Allem scheint sich mehr nicht behaupten zu lassen, als daß das kleine Gehirn auf die Coordination der Ortsbewegungen einen vorzugsweisen Einfluß ausübt.

D. Einfluß des Gehirns auf die unwillkürlichen Bewegungen. Die unwillkürlichen Bewegungen des Athmens gehen vom verlängerten Mark aus. Bei Schonung desselben kann man alle übrigen Theile des Gehirns entfernen, ohne die Athembewegungen zu unterbrechen, dagegen paralysirt eine Zerstörung der Medulla oblongata sie plötzlich. In Uebereinstimmung hiermit hören die Athembewegungen in jedem Körpertheile augenblicklich auf, wenn dessen Verbindung mit dem erwähnten Organe unterbrochen wird, während an geköpften Kaninchen, besonders an jungen, die Athembewegungen des Maules und der Nase noch geraume Zeit fortbestehen. Das verlängerte Mark bewirkt die Coordination in den rhythmischen Athembewegungen, welche an geköpften Thieren weder durch Einblasen von Luft in die Lungen noch durch galvanische Reizung des Rückenmarkes wieder hergestellt werden können. Es ist mir nach mehren vergeblichen Versuchen wiederholt gelungen, das verlängerte Mark in der Mittellinie der Länge nach zu theilen, ohne die Athembewegungen zu vernichten oder auch nur in ihrem Rhythmus zu stören. Hieraus ergiebt sich, daß die motorische Wirkung der Medulla oblongata beim Athmen keine gekreuzte ist, und daß die synchronischen Athembewegungen beider Körperhälften ohne ein Organ zu Stande kommen, welches die Seitentheile des Rückenmarkes verbinde[4]).

Der Einfluß des Gehirns auf die Bewegungen des Herzens wird durch die Veränderungen des Pulses bei Gemüthsbewegungen am sichersten bewiesen. Auch die pathologischen Erfahrungen beweisen diesen Einfluß. So zeigt Abercrombie, daß ein überaus schwankender Puls fast beständiger Begleiter der Hirnentzündungen ist[5]). Für minder wichtig halte ich die Beweise der Experimentalphysiologie. Schon Wilson Philip suchte zu zeigen, daß man durch mechanische Reizung jedes beliebigen Hirntheils die Herzbewegung beschleunigen könne, daß Alkohol, auf das Gehirn gebracht, denselben Erfolg habe, Tabaksaufguß dagegen den Puls verlangsame[6]). Budge[7]) versichert durch Reizung der Pyramiden, und Valentin durch Erregung der Hirnschwiele und des Beinerven das bereits ruhende Herz getödteter Thiere in Bewegung gesetzt zu haben[8]). Nach den Versuchen, welche ich selbst über diesen Gegenstand angestellt habe, halte ich die Veränderungen des Pulses, welche nach Reizung des Gehirns eintreten, für

---

[1]) A. a. O. II. 629.
[2]) Diseases of the brain. 3. edition, case 83.
[3]) A. a. O.
[4]) Diese Beobachtung dürfte für die Würdigung der Commissuren nicht ohne Interesse sein. Man hat diesen die Bestimmung zugeschrieben, die Einheit in den doppelt vorhandenen Organen herzustellen, eine Hypothese, welche nach dem Mitgetheilten überflüssig scheint.
[5]) A. a. O. Man vergl. die Krankheitsgeschichten Nr. 2, 5, 8, 40, 45, 108.
[6]) On the vital functions etc. pag. 80 etc.
[7]) A. a. O. S. 134.
[8]) Valentin, Repertorium VI, 359. u. De functionibus nervorum §. 147.

wenig beweisend, indem gar zu leicht Zufälligkeiten sich einmischen. Am wenigsten dürften die bis jetzt mitgetheilten Versuche beweisen, daß die motorischen Nerven des Herzens im Gehirn entspringen, denn Veränderungen des Pulses werden auch durch Reizung von Körpertheilen hervorgebracht, wo an ein Entspringen der Herznerven nicht zu denken ist. So sah M. Hall, daß bei Fröschen, denen er die Centralorgane des Nervensystems ausgeschnitten hatte, der Herzschlag durch Zermalmen der Extremitäten vernichtet wurde [1]).

Für noch unsicherer halte ich die Experimente, durch welche Valentin und Budge einen motorischen Einfluß des Gehirns auf Magen- und Darmkanal zu beweisen suchten. Ersterer versichert in dem erwähnten Werke über die Nerven, daß Reizung des 3ten Paares in der Schädelhöhle den obern Theil des Dünndarmes in Bewegung setze (§. 148). Nach Budge soll Reizung der gestreiften Körper, besonders des rechten, den Magen, Reizung der Vierhügel den Dünndarm, und Reizung des kleinen Gehirns den Dickdarm bewegen [2]). Solche Bewegungen habe ich nach Reizung von Hirntheilen oft genug gesehen, muß aber mit Wilson Philip bezweifeln, daß sich über das post hoc und propter hoc entscheiden lasse. Das kleine Gehirn soll nach Budge auch die Bewegungen der Harnblase, so wie der weiblichen und männlichen Geschlechtstheile veranlassen. Reizte man das kleine Gehirn einseitig, so bewegten sich die Muttertrompeten und Hörner des Uterus, oder bei männlichen Individuen die Samenleiter und Hoden, welche sich aufblähten (?), auf der entgegengesetzten Körperseite. Bei diesen Versuchen scheint Täuschung nicht leicht möglich, indeß muß ich doch bemerken, daß ich in 5 Experimenten nie etwas von derartigen Bewegungen gesehen habe. Nur heftig zuckende Bewegungen des penis sah ich in einem Falle. Die Bewegungen der Ausführungsgänge der Drüsen, so wie die Contractionen und Expansionen der absondernden Blutgefäße stehen unter dem Einflusse der Gemüthsbewegungen und folglich des Gehirns, nur ist die Art des Einflusses noch nicht ermittelt, welcher direct oder indirect gedacht werden kann.

E. Von den zwangsmäßigen Bewegungen nach Hirnverletzung. Zu den sonderbarsten Erscheinungen der Experimentalphysiologie gehören gewisse Bewegungen, welche nach Hirnverletzungen in gesetzlicher Weise eintreten und anhalten, so daß das Thier wie von einer gespannten Feder mechanisch getrieben scheint. Am besten erwiesen sind die von Serres und Magendie zuerst beschriebenen Drehbewegungen nach Verletzung des kleinen Gehirns. Wenn man bei Säugern eine Hemisphäre des kleinen Gehirns stark verletzt, oder am besten, wenn man sie ganz nah am verlängerten Marke durchschneidet, desgleichen wenn man die Querfasern der Brücke, welche zum kleinen Gehirn gehen, auf einer Seite trennt, so entstehen wälzende Bewegungen des Thiers um dessen Längenachse, in der Richtung nach der verletzten Seite hin. Diese Bewegungen können sehr rasch vor sich gehen (Magendie sah 60 Umdrehungen in einer Minute) und sehr lange dauern, ohne das Thier auffallend zu ermüden. Magendie versichert, solche Bewegungen 8 Tage lang an einem Kaninchen beobachtet zu haben. Während dieser Convulsionen ist das Thier seiner bewußt, denn es frißt in vorkommenden Perioden von Ruhe freiwillig. Die Augen sind stark verdreht, das Auge der

[1]) Essay on the circulation pag. 160.
[2]) A. a. O. S. 150. u. f. w.

verletzten Seite nach unten, das andere nach oben. Ist das Thier ruhig geworden und man reizt es, so beginnen die Drehbewegungen von neuem. Dieselben dauern mit kurzen Unterbrechungen bis zum Tode fort, ausgenommen, wenn man das kleine Gehirn auch auf der andern Seite durchschneidet, womit das Drehen aufhört. Gleichzeitig hört dann auch die Verdrehung der Augen auf, welche indeß unstäte gleichsam hüpfende Bewegungen in den Augenhöhlen machen (Magendie). Sind die Hemisphären des kleinen Gehirns auf beiden Seiten durchgeschnitten, so kann das Thier wieder gehen, aber sein Gang ist wankend, es geht, als würde es von einer Seite auf die andere gestoßen. Wird das kleine Gehirn der Länge nach in der Mittellinie durchschnitten, so entstehen die wälzenden Bewegungen nicht, wohl aber der wankende Gang. Bei einem Kaninchen sah ich die wälzenden Bewegungen fortbestehen, als ich das große Gehirn vollständig entfernt hatte, und Magendie beobachtete die Fortdauer derselben nach Abtragung der gestreiften Körper[1]). Pathologische Erfahrungen beweisen, daß einseitige Verletzungen des kleinen Gehirns auch bei Menschen jene Achsendrehung zur Folge haben[2]).

Magendie behauptet, daß Verletzungen des kleinen Gehirns auch den Zwang einer Bewegung nach hinten bedingen. Kaninchen sollen bei solchen Verletzungen regelmäßige Bewegungen nach hinten gemacht und Tauben sogar rückwärts geflogen sein[3]). Man darf zweifeln, daß diese Bewegungen regelmäßige Ortsbewegungen waren, wenigstens habe ich dergleichen so wenig beobachtet, als Serres, Hertwig und Budge ihrer nicht erwähnen. Nur ein krampfhaftes Rückwärtsbeugen des Kopfes und Nackens ist von vielen Beobachtern bemerkt worden. — Entsprechend den zwangsmäßigen Bewegungen nach hinten, sollen bei Säugethieren zwangsmäßige Bewegungen gerade nach vorn eintreten, wenn die gestreiften Körper ausgeschnitten werden. Auch für diese Angabe ist Magendie der einzige Gewährsmann, doch hat er die Beobachtungen so oft angestellt und in einer solchen Ausführlichkeit mitgetheilt, daß die Richtigkeit derselben kaum bezweifelt werden kann[4]).

Nichts dürfte schwieriger sein, als die Bewegungen, von welchen eben die Rede gewesen ist, zu erklären. Magendie nimmt an, daß bestimmte Hirntheile die Organe von bewegenden Kräften abgäben, welche polarisch entgegengesetzt wären und gegenseitig im Gleichgewicht hielten. Die gestreiften Körper sollen die bewegende Kraft nach hinten vermitteln, das kleine Gehirn die bewegende Kraft nach vorn. Beide Kräfte sollen sich aufheben, so lange die Organe beider wirksam sind, dagegen müsse nach Wegnahme des kleinen Gehirns eine rückgängige Bewegung entstehen, weil nun die zurücktreibende Kraft der gestreiften Körper ohne Gegengewicht wirke. Auf gleiche Weise soll die rechte Hemisphäre des kleinen Gehirns die bewegende Kraft nach links, und umgekehrt die linke Hemisphäre die bewegende Kraft nach rechts bedingen. Abgesehen davon, daß diese Erklärung nicht einmal den von Magendie selbst beobachteten Bewegungsphänomenen vollkommen entspricht, in so fern bei vollständiger Wegnahme des kleinen Gehirns nur ein schwankender Gang nicht Rückwärtsbewegung eintrat, so hat diese Theo-

[1]) Vergl. Serres, Anat. comp. du cerveau II. 620. Magendie u. Desmoulins a. a. O. 588. Magendie, Leçons I, 260. Derselbe Journal de physiologie IV, 399. Hertwig a. a. O. Exp. 8. Budge a. a. O. S. 77. van Deen de differentia et nexu etc. S. 61.

[2]) Serres a. a. O. II, 629. u. Magendie, Leçons I, 271.

[3]) Magendie et Desmoulins a. a. O. II, 582.

[4]) Leçons I, 248. etc. u. Magendie et Desmoulins a. a. O. II, 625.

rie das Mißliche, bewegende Kräfte zu setzen, welche, in so fern sie sich aufheben, müßig sind, und welche, wenn zur Durchführung gewisser Bewegungen die Aufhebung des Gleichgewichts nothwendig wird, die Annahme einer anderweitigen Kraft unvermeidlich machen. Consequenterweise müßte man dieser Hülfskraft dann wieder eine bestimmte Richtung geben. Soll nämlich das Thier durch die vorwärts treibende Kraft des kleinen Gehirns in Bewegung gesetzt werden, so müßte die rückwärts treibende Kraft der gestreiften Körper, welche dem kleinen Gehirn entgegen stehen, durch einen Zuwachs von vorwärts treibender Kraft überwunden werden. — Eine andere Erklärung versuchte Budge. Nach ihm ist das kleine Gehirn ein Hemmungsapparat, welcher die an bestimmte Organe gebundenen Bewegungstriebe in Fesseln legt. Die linke Hemisphäre soll den Hemmungsapparat für die rechte Körperhälfte abgeben und umgekehrt. Auch diese Ansicht steht mit manchen Thatsachen in Widerspruch, z. B. mit den geordneten Bewegungen und namentlich mit der Ruhe der Glieder, welche nach Exstirpation des kleinen Gehirns, selbst in bewegungsfähigen Individuen beobachtet worden ist. Im übrigen bietet sie ganz ähnliche Schwierigkeiten dar, als die von Magendie aufgestellte Lehre. Bewegende Kräfte können durch nichts gehemmt werden, als durch andere bewegende Kräfte, und das kleine Gehirn wäre also nach Budge ein Organ von Hemmkräften, wie nach Magendie ein Organ von Triebkräften. Hiermit ist nichts geändert als der Name, und es ist jetzt gerade so unbegreiflich, warum die Hemmkraft während der Bewegung des Thieres nicht hemmt, als es früher unbegreiflich war, warum die Triebkraft während der Ruhe desselben nicht treibt. — Die rastlosen Bewegungen nach Entfernung gewisser Hirntheile und besonders die drehenden Bewegungen bei seitlichen Verletzungen des kleinen Gehirns haben viel Aehnlichkeit mit den Bewegungen bei Schwindel. Hierauf ist um so mehr Rücksicht zu nehmen, da pathologische Zustände des kleinen Gehirns häufig mit Schwindel verbunden sind und da, nach Purkinje's Versuchen, ein elektrischer Strom, welcher auf dieses Organ einwirkt, Schwindelgefühle hervorruft. Aber freilich bietet die Analogie zwischen beiden Bewegungen noch keinen Aufschluß über ihre Entstehung.

VI. Ueber das Verhältniß des Gehirns zur Seele.

Wir haben oben die Beweise gegeben, daß die Seelenthätigkeit durch Vermittlung des Gehirns zu Stande komme; es fragt sich nun schließlich, wie man sich das Verhältniß zwischen Gehirn und Seele zu denken habe. Die Ansichten hierüber sind sehr verschieden. Viele haben sich die Seele als ein immaterielles Princip gedacht, welches im Organismus und namentlich im Gehirn wohne. Hiermit würde sie zwar abhängig von diesem: aber die Abhängigkeit wäre zufälliger Art und daure nur für die Lebenszeit, nach deren Verlaufe sie frei würde und als selbstständige Substanz fortdaure. Diese Betrachtungsweise empfiehlt sich dadurch, daß sie mit dem Bewußtsein unserer moralischen Freiheit und mit dem Glauben an Unsterblichkeit besonders leicht vereinbar ist; in physiologischer Beziehung aber macht sie Schwierigkeiten. Es scheint nämlich nicht möglich, das psychische Princip von dem Lebensprincipe zu trennen. Zwar sind die Pflanzen belebt ohne beseelt zu sein, aber wahrscheinlich nur deßhalb, weil sich das Leben in ihnen noch nicht bis zu dem Punkte entwickelt hat, wo es als Seelenleben in die Erscheinung tritt. Die Seelenthätigkeiten sind den Lebensthätigkeiten so ähnlich und beide sind unter einander so innig verbunden, daß es unnö-

thig scheint, sie von einander zu sondern. Beide sind an Organe gebunden, beide wachsen bis zu einem gewissen Punkte ihres Daseins und nehmen dann wieder ab, beide unterliegen den Gesetzen der Reizbarkeit, und das vernünftige aber bewußtlose Wirken der Lebenskraft reproducirt sich und steigert sich in der Seele zum bewußten. Fast noch wichtiger scheint es, daß eine Lebensthätigkeit, nämlich die Zeugung, das seelische Princip fortpflanzt und vervielfältigt, und daß die Sinnesempfindung, welche Niemand von der Seele würde trennen mögen, eben so unverkennbar ein Act des Sinnesorgans ist, als die Muskelbewegung ein Lebensact des Muskels.

Giebt man zu, daß Leben und Seele nicht gesonderte Principe sind, so ist die Frage nach dem Verhältniß der Seele zum Gehirn wesentlich gleich mit der nach der Stellung des Lebens zum Organismus. Unter den verschiedenen Antworten, die hier möglich sind, ist eine die: das Leben ist eine Kraft, welche die an sich todte Materie des Organismus in Bewegung setzt. Diese Kraft richtet sich nach einem vernünftigen Principe, daher sich in den Actionen des Körpers eine Zweckmäßigkeit und Weisheit ausspricht, welche von der Materie an sich nicht abgeleitet werden kann. Eine derartige Auffassungsweise mußte den Psychologen besonders willkommen sein, in so fern sie so wohl die Lebenskraft im Allgemeinen als auch die Seele im Besondern über der Materie schwebend erhielt. War auch hierbei die Seele noch abhängig von dem Organismus, den sie als Instrument benutzte, so war doch ihre Wirksamkeit nicht durch den Organismus gesetzt, und es wurde in Aussicht gestellt, daß die Kraft, die eben nicht durch den Organismus bestehe, sondern durch sich selbst, ihres unvollkommenen Instrumentes sich entäußern und hiermit zu größerer Freiheit hindurch dringen könne. Die Schwierigkeit dieser Ansicht liegt aber darin, daß Kraft und Materie als trennbar betrachtet werden. In der That ist nicht zu sagen, was Kraft ohne Materie, und umgekehrt was Materie ohne Kraft sei? Wie die Physik auf diese Frage keine Antwort hat, so fehlt sie auch der Physiologie; ja es scheint fast noch unpassender, die Lebenskräfte von den Organen zu trennen, als die physikalischen Kräfte von der todten Materie. Es giebt keine Digestionsorgane ohne ein Verdauen, und kein Verdauen ohne Digestionsorgane. Eben so verhält es sich mit der psychischen Thätigkeit des Empfindens. Das Sehen bedingt die Gegenwart eines Auges, und das Auge kann nicht bestehen, ohne zu sehen. Denn wenn wir das Auge eines Todten, obschon es nicht sieht, doch Auge nennen, so liegt dies nur an der Armuth der Sprache, welche für das Residuum des einzelnen Organs nicht in gleicher Weise ein besonderes Wort bildete, wie für das Residuum des ganzen Organismus, welchen sie Leichnam nennt. Für die Seelenthätigkeiten untergeordneter Art, wie für die Sinnesempfindungen, wird auch die Untrennbarkeit derselben von ihren bezüglichen Organen ziemlich allgemein zugestanden; dagegen wird für die höheren Seelenthätigkeiten, welche wir geistige nennen, jener Dualismus sehr häufig in Anspruch genommen, was inconsequent und darauf beruhen dürfte, daß uns die Organe der Geistesthätigkeit nicht in gleichem Maße, als die Sinnesorgane, bekannt sind.

Eine der vorigen ganz entgegengesetzte Ansicht entwickelte Reil. Er behauptete, Kraft und Materie sind nicht trennbar, denn die Kraft ist nur Eigenschaft der Materie. Wie das Gold dehnbar ist, so ist der Muskel contractil; es ist die Art seines Seins. Nach Form und Mischung nämlich hat die Materie verschiedene Eigenschaften, und in Folge specifischer Formen und Mischungen hat die organische Materie Lebenseigenschaften. Be-

merken wir am Organismus ein unaufhörliches Spiel von Functionen, so liegt dies nicht an separaten Lebenskräften, die ihn bewegen, sondern an dem unaufhörlichen Stoffwechsel desselben, womit sich andere Qualitäten und folglich auch andere Erscheinungen herausstellen. Stirbt endlich der Organismus, so zersetzt er sich und verliert die Lebenseigenschaften, indem die einfacheren Verbindungen der Elemente, welche nun eintreten, auch einfachere Eigenschaften und Erscheinungen mit sich bringen. Hiernach wäre das Seelenleben das Product chemischer Processe im Gehirn, es wäre gesetzt durch dieses und vorzüglich mit ihm. — Diese Lehre widerspricht nicht nur den Bedürfnissen des Gemüths, sondern auch den Ansprüchen der Wissenschaft. Schon die Erscheinungen der Reizbarkeit beweisen, daß die Lebensthätigkeit nicht eine Eigenschaft der organischen Materie sei. Wenn verschiedene Reize ein Organ treffen, so müssen, vorausgesetzt daß materielle Veränderungen die Begleiter der Erregung sind, verschiedene materielle Zustände eintreten, womit dann gleichzeitig eine Differenz der Lebensthätigkeiten eintreten müßte, wenn Reil's Ansicht begründet wäre. Dem entgegengesetzt lehrt die Erfahrung, daß die eigenthümliche Energie des Sehnerven durch das elementare Licht, durch einen Stoß, durch Galvanismus und durch Blutandrang auf gleiche Weise geweckt wird. Ferner leugnet Schelling mit Recht, daß die Lebensthätigkeit als Product chemischer Processe betrachtet werden dürfe, indem die chemischen Kräfte nach Ausgleichung und Ruhe streben, während das Leben jede Ausgleichung in neue Spannung umsetzt und das chemisch Beruhigte in den Strudel seiner Bewegung wieder hineinzieht. Diese Bewegungen sind auch mehr als zufällige Störungen, denn sie reihen sich auf eine Weise aneinander, deren Typus mit dem Keime des Organismus bereits gegeben ist.

Unsere Ansicht über Leben und Organismus mag in der Kürze mit Folgendem angedeutet werden. Leben und Organismus fallen zusammen, und es ist weder das Leben die Ursache des Organismus, noch der Organismus die Ursache des Lebens. Eine Ursache aber müssen sie haben, die außer ihnen selbst liege; denn sie sind entstanden in der Zeit, da es eine Periode im Erdenleben gab, wo das Lebendige noch nicht da war. Die Ursache liegt in Gott. Gott faßte den Gedanken des Lebens und der Gedanke wurde zur Wirklichkeit an der Materie. Ohne die Materie wäre das Leben nur ein Mögliches, welches im göttlichen Gedanken, ohne sich zu offenbaren, verschlossen läge. Zerfällt der Organismus, so verschwindet das Leben aus der Wirklichkeit, aber die Idee desselben verbleibt in Gott, und kann an der Materie von neuem verwirklicht werden. So sterben die Individuen, während die Idee derselben im Geschlechte fortlebt. Auch das Seelenleben bedarf zu seiner Verwirklichung der Materie. Die Substanz, an welcher es die concrete Form gewinnt, ist das Gehirn, und mit der Zerstörung desselben hört ihre Offenbarung in dieser ihrer bestimmten Form auf. Ihr ideeller Inhalt aber ist nichts Vergängliches, und vergeht mit dem Tode des Gehirns so wenig, als die Idee eines Thiers mit dem Tode des Individuums. Nach dem Vorausgeschickten wäre die Fortdauer der Seele nach dem Tode des Gehirns zunächst nur ein Aufgehobenwerden im Gedanken Gottes, aber die Möglichkeit der Wiedergeburt derselben in einem neuen Leibe bleibt unbestritten. In wie weit die Fortdauer unsers ideellen Theiles eine persönliche sei, ist nicht Sache der Physiologie zu entscheiden; doch mag bemerkt werden, daß diese keinen Grund hat, die Persönlichkeit zu leugnen. Einen Grund zum Zweifeln suchte man in der Auflösung des Organismus im Tode. Allerdings ist vom physiolo-

gischen Standpunkte aus anzunehmen, daß die persönliche Seele zwar nicht gesetzt, wohl aber bedingt sei durch den Organismus; denn da die Idee an der Materie zur Offenbarung kommt, so sind Veränderungen in dem materiellen Processe eben nur Manifestationen der sich verändernden Idee selbst. Anderseits ist festzuhalten, daß wir die Veränderungen des Organismus im Tode nicht in dem Grade durchschauen, daß wir eine vollständige Auflösung zu behaupten befugt wären. Es ist möglich, daß wir uns durch das Zerfallen der gröberen Organe täuschen lassen. Höchst geistreich hat Fechner darauf aufmerksam gemacht, wie ein Fötus, wenn er physiologische Betrachtungen anstellen könnte, seine Geburt als den Untergang seiner Individualität ansehen würde. In der That werden die Organe, die ihm als Fötus die wichtigsten erscheinen müssen, die Eihäute und die ernährenden Gefäße zerrissen, und doch erhält sich inmitten dieser Zerstörung, welche der Tod des Eies ist, ein Rest des Organismus als Träger des Individuums.

A. W. Volkmann.

Geschlechtseigenthümlichkeiten.

Insofern bei Organismen getrennten Geschlechts außer der eigentlichen Fortpflanzungsfunction und den dazu eigens bestimmten Organen ein besonderer Character sich ausspricht, offenbart sich die Geschlechtseigenthümlichkeit, welche man in Betracht des Körpers auch männliche und weibliche Bildung, männlichen und weiblichen Habitus zu nennen pflegt. Demnach kann bei Zwitterwesen nicht davon die Rede sein. Getrennten Geschlechts sind aber sämmtliche Wirbelthiere, und wenn man noch vor wenigen Jahren mehre derselben, z. B. Neunauge, Seepferdchen, als Zwitter betrachten zu müssen glaubte, so lag der Grund davon nur in mangelhafter Beobachtung. Nicht minder ist bei sämmtlichen Crustaceen, Arachniden und Insecten Geschlechtstrennung ausgesprochen. Was aber die übrigen Thierclassen betrifft, so herrscht in denselben häufig Hermaphroditismus; jedoch sind oft ganze Ordnungen und Familien getrennten Geschlechts, namentlich unter den Mollusken die sämmtlichen Cephalopoden und Pectinibranchien, unter den Acalephen die Medusen, unter den Eingeweidewürmern die Nematoideen, ja sogar finden wir Geschlechtsgeschiedenheit hin und wieder unter den Polypen ausgesprochen; — im Pflanzenreich ist sie sehr selten, nämlich nur in der Classe der Dioecien.

Lange betrachtete man die niedersten Thiere als geschlechtlos oder bloß weiblich; daß aber die Art überhaupt Hermaprodite sei, wie Trorler zuerst gründlich erörterte, wurde in neuester Zeit durch die genaueste, besonders mikroskopische Beobachtung vollkommen bestätigt, indem man nämlich nebst Eiern und Eierstöcken männlichen Saamen und männliche Organe auch bei den unvollkommensten Thierarten, und sogar bei solchen fand, welche, wie z. B. Polypen, Infusorien u. dgl. durch Theilung oder Knospenbildung sich fortzupflanzen vermögen. Hiernach ist denn die Geschlechtlichkeit tief in der Natur begründet; sie ist ein durchgreifendes Gesetz in der organischen Natur, indem sie auch da nicht fehlt, wo sie der äußern Erscheinung nach nicht ab-

solut nothwendig wäre, wo ihr eigentlicher Zweck, nämlich Fortpflanzung, durch Theilung und Knospenbildung erreicht werden kann und oft in ausgedehntestem Maße erreicht wird.

Das Vermögen der Fortpflanzung und der eigenen Erhaltung, welches jeder Art des organischen Reiches inne wohnt, entspricht ursprünglich den beiden allgemeinen Seinsarten in der Natur, dem Universellen nämlich und dem Individuellen. Beide bedingen sich gegenseitig, und zwar erscheint Individuelles als der concrete Begriff, als die bestimmte Seinsform des Universellen, dieses aber als der Grund- und Urtypus des Individuellen. Das Universelle äußert sich durch den Schöpfungsact unter der Form des Individuellen, und demgemäß giebt es so viel Individualitäten als es Aeußerungsmöglichkeiten des Universellen giebt. — Wenn nun auch das Individuelle ursprünglich durch einen Schöpfungsact ins Dasein gerufen ist, so geschieht ein solches unmittelbares Geschaffenwerden im gegenwärtigen Zustande der Natur nicht mehr, oder ist, wenn sogenannte Generatio aequivoca bestimmter Organismen noch stattfinden sollte, nur auf sehr niedere Formen beschränkt. Und der Grund hiervon beruht darauf, daß das Universelle unter den ihm möglichen und zweckmäßigen Formen sich realisirt, und in dieser Beziehung sich entwickelt hat. Kann aber das Universelle nicht mehr durch Schöpfungsact, d. h. unmittelbar sich individualisiren, so mußte dem einst auf diese Weise Individualisirten, d. h. der Art, wofern nicht mit dem Ablauf seiner concreten Form seine allgemeine Daseinsform überhaupt gefährdet werden und aufhören soll, auch eine universelle Beziehung, d. i. Fortpflanzungs- oder Zeugungsvermögen, innewohnen, — und demgemäß erscheint die Art als Wesen, welches sowohl sich selbst in der Zeit, als auch seinen allgemeinen Begriff über seine Zeit hinaus zu erhalten im Stande ist. — Die Zeugung ist hiernach das in dem Individuo selbst repräsentirte Universelle, und kann insofern nur durch ein vorhandenes Individuum, und zwar auch nur der bestimmten Natur dieses gemäß und entsprechend, bewirkt werden. Solches ist aber auf doppelte Weise möglich, nämlich entweder auf ungeschlechtlichem, oder auf geschlechtlichem Wege, ersteres durch natürliche oder künstliche Theilung oder durch Knospenbildung, letzteres durch geschlechtliche Function, durch Ei- und Samenbildung.

Nach dem Gesetz, daß ein Organismus als ein um so höher potenzirter zu betrachten ist, auf je mannigfaltigere Weise das Leben in ihm sich offenbart, als ein um so niederer hingegen, je einförmiger er sein Leben vollführt, müssen im Allgemeinen auch diejenigen Wesen als die höheren betrachtet werden, in denen Individual- und Universalleben relativ mehr differenzirt erscheinen, und demgemäß finden wir auch, daß nur niedere, mehr unvollkommnere Wesen durch ungeschlechtliche Zeugung sich fortpflanzen, wobei dann das Individuum unmittelbar, ohne Mitwirkung bestimmter, die Fortpflanzungsfunction für das Ganze übernommenhabender Organe, zu zweien oder mehren gleichen Individuen wird. Es findet hierbei eine fortwährende Verjüngung Statt; das vorhandene Individuum trennt sich in zwei Hälften, es trennt sich, um selbst einen bereits durchlaufenen Lebenscyclus noch einmal zu beginnen. Bei höheren hingegen, wo eine größere Mannigfaltigkeitsgestaltung herrschend ist, findet ein solcher unmittelbarer Uebergang eines bestimmten Individuums zu anderen, der Art nach gleichen, Individuen nicht mehr Statt, sondern nur durch einen Geschlechtsact; hier beruht viel mehr auf gewissen zur Fortpflanzung bestimmten Organen, welche freilich auch bei den durch ungeschlechtliche Zeugung sich fortpflanzenden Wesen nicht fehlen, die allein die Fortpflanzung

vermittelnde Function, — hier findet keine unmittelbare Verjüngung Statt, und hier hat denn auch wohl ohne Zweifel Individual- und Universalleben, jedes für sich, eine mehr bestimmte Bedeutung gewonnen.

Das Fortpflanzungsleben selbst erscheint, insofern es sich durch besondere Organe, und nicht durch Knospenbildung oder Theilung, bethätigt, unter der doppelten Form: Bildung eines Eies oder Keimes und Anregung desselben zur Entwickelung, d. h. es erscheint als weibliche und männliche Function, worauf die eigentliche Geschlechtlichkeit oder Sexualität beruht. Diese, wie bereits gesagt, allgemein in der organischen Natur herrschend, ist nicht nur die Vermittlerin des Individual- und Universallebens, sondern bildet auch eine Grenze zwischen beiden, und verhindert demnach ein unmittelbares Verschmelzen beider, indem, wenn zwei Umstände zu einem Zweck concurriren müssen, dieser Zweck nicht so leicht erreicht werden kann, als wenn ein einziger genügt. Schwerlich durch geschlechtliche Fortpflanzung, wohl aber durch ungeschlechtliche, wo ein einziges Individuum, sogar ohne Concurrenz der zwei verschiedenen geschlechtlichen Beziehungen in ihm, durch bloße Theilung sich vermehrt, ist die ans Unglaubliche grenzende Vervielfältigung der Infusorien zu erklären. Bei ihnen ist nach Ehrenberg die Möglichkeit zur Vervielfältigung des Einzelnen bis zu einer Million in wenig Stunden. »Da eine Vorticelle oder Bacillarie sich binnen einer Stunde theilt, und nach Zwischenzeit von einer Stunde wieder theilt, also in 3 Stunden aus einer 4 werden, und in 5 Stunden aus einer 8, in 7 Stunden aus einer 16, so ist es möglich, daß in je 24 Stunden 4096 Einzelthiere aus 1, in 48 Stunden aber 8 Millionen und in 4 Tagen 140 Billionen werden. Im Biliner Polierschiefer bilden ungefähr 41,000 Millionen Gallionellen immer 1 Cubikzoll Stein, daher etwa 70 Billionen 1 Cubikfuß. Mithin könnte ein Thierchen durch bloße Selbsttheilung in 4 Tagen möglicher Weise 2 Cubikfuß Stein bilden.« Wenn die genannten Thiere durch Theilung sich fortpflanzen, wenn also ihre Individualität unmittelbar in die Universalität übergeht, so ist dieser Proceß gewiß einfacher, als wenn das Distoma sich geschlechtlich fortpflanzt, indem dabei nothwendig der Proceß vorausgesetzt werden muß, daß der Same zum Ei gelange und solches zur Entwicklung anrege; dieser Proceß ist aber auch einfacher, als wenn, wie bei Bandwürmern, behuf einer geschlechtlichen Fortpflanzung, das eine Glied das andere befruchten muß; dieser wieder einfacher, als wenn, wie bei hermaphroditischen Mollusken, zwei gleiche Individuen sich gegenseitig aufsuchen und einander sich nähern müssen, um den Begattungsact zu vollziehen, und dieser Proceß endlich wieder einfacher, als wenn bei vollkommen getrennter Geschlechtlichkeit zwei geschlechtlich verschiedene Individuen behuf der Fortpflanzung sich begatten müssen. — Was anders kann Grund und Zweck von diesem Allen sein, als stärkerer Gegensatz, schroffere Grenze zwischen Individuell und Universell?

Wenn nun aber in Betracht gezogen wird, daß das Product des Weiblichen es ist, welches zum neuen Wesen sich entwickeln kann, jedoch nur unter der Voraussetzung, daß dasselbe von dem des Männlichen zur Entwicklung angeregt wird, und wenn man dabei zugleich erwägt, daß bei Fortpflanzung durch Theilung unmittelbar, und ohne geschlechtliches Handeln neue Wesen entstehen, so leuchtet von selbst ein, daß Männliches und Weibliches eine Ganzheit bilde, welche in ihrem Compler als Art erscheint, oder vielmehr als eine Ganzheit, deren Differenz als Sexualität sich ausspricht. Die beiden Geschlechter sind also die zwei Factoren der Art, Mann und Weib also die beiden Factoren des Menschen. Weib ist Complement des

Mannes und dieſer Complement jenes, und beide beruhen auf Differenzirung einer urſprünglichen Indifferenz — Art. — Art iſt demnach Hermaphrodite, überall erſcheint ſie als männlich und weiblich, am Thier wie an der Pflanze.

Iſt nun aber Sexualität Differenzirung einer Einheit, Differenzirung aber nicht als eine abſolute Abgeſondertheit, ſondern vielmehr nur als Gliederung mit bleibender Beziehung zur urſprünglichen Einheit zu betrachten, ſo folgt, daß Männliches und Weibliches als relative Gegenſätze erſcheinen, daß beide im Allgemeinen dieſelbe Natur, jedoch jede beſonders modificirt, an ſich haben. Das urſprünglich in der Art, als Indifferenz des Männlichen und Weiblichen, repräſentirte Univerſelle und Individuelle iſt auch in jeder Differenz derſelben, im Männlichen und Weiblichen, vorhanden, jedoch beruht eben der Unterſchied beider Differenzen darauf, daß in der einen, im Männlichen, ein + Individuelles und ein — Univerſelles, in der andern hingegen, im Weiblichen, ein + Univerſelles und ein — Individuelles repräſentirt iſt. Da beide nur Differenzen einer urſprünglichen Einheit ſind, ſo haben beide auch einen gleichen Zweck, den der Einheit, jedoch jedes in ſeiner Weiſe, zu verfolgen; und da beide nur in gegenſeitiger Wechſelwirkung ihr Ziel erreichen können, ſo müſſen auch beide, ſo verſchieden ſie im Uebrigen ſein mögen, eine entſprechende, d. h. analoge Natur haben, ſie können alſo überhaupt nur verſchiedene Ausdrücke deſſelben Typus, verſchiedene Modificationen derſelben Form ſein.

So finden wir denn, daß Mann und Weib dieſelbe allgemeine Bedeutung, ſowohl in individueller, als in univerſeller Beziehung haben: Jeder führt durch eigene Erhaltung ſein Individual-, und jeder durch Erhaltung der Art überhaupt, durch Fortpflanzung ſein Univerſalleben; aber jeder erreicht ſeinen Zweck nach eigener Weiſe. So ſind denn auch Mann und Weib ſowohl hinſichtlich ihrer allgemeinen Organiſation, als auch hinſichtlich ihrer Geſchlechtsbeſchaffenheit einander analog, und nur die Auffaſſung der Analogie giebt die Eigenthümlichkeit der Geſchlechter, und dieſe Analogie iſt auch da nicht zu verkennen, wo die urſprüngliche Gleichheit die bedeutendſten Modificationen und Verſchiedenheiten zeigt, nämlich in den Fortpflanzungsorganen und deren Functionen. — Längſt iſt eine gewiſſe Uebereinſtimmung der männlichen und weiblichen Geſchlechtsorgane beim Menſchen anerkannt, bei weitem deutlicher ſpringt ſie jedoch bei niederen Thieren in die Augen, beſonders bei Krebſen, Fiſchen. Am auffallendſten zeigen ſie die Pflanzen, deren Piſtille denſelben allgemeinen Blatttypus haben, als die Stamina, — und ganz beſonders zeigen es die ſeltenen Beiſpiele, wo bei dioeciſchen Pflanzen, namentlich beim Spinat, die männliche Pflanze weibliche Blüthen, oder die weibliche männliche treibt. Solches iſt nur inſofern möglich, als die verſchiedenen Geſchlechter einander entſprechen, und als bei getrennten Geſchlechtsindividuen nur die eine Geſchlechtsäußerung vorwaltend, die andere zurückſtehend iſt. So finden wir denn im Weibe die weibliche Geſchlechtlichkeit entſchieden vorwaltend, die männliche hingegen nur ſchwach repräſentirt, beim Manne aber die männliche entſchieden vorwaltend und die weibliche nur ſchwach repräſentirt. Gemäß den Analogien in den Geſchlechtstheilen finden wir beim Weibe als Repräſentant des Männlichen die Clitoris, welche zu der weiblichen Geſchlechtsfunction überall keine Beziehung hat — im Manne als Repräſentant des Weiblichen die Brüſte, welche zu der männlichen Geſchlechtsfunction überall keine Beziehung haben. — E. H. Weber hat bei der Verſammlung der Naturforſcher und Aerzte in Braunſchweig im männlichen Biber einen kleinen Uterus zwiſchen Harnblaſe und Maſtdarm vorgezeigt und darauf aufmerk-

ſam gemacht, daß auch beim Manne ein Rudiment deſſelben vorkomme, als welches eine kleine Blaſe in der Proſtata am hintern Theil des Schnepfenkopfes zu betrachten ſei; — wir finden auch beim männlichen Beutelthier die nur für das weibliche Bedeutung habenden Zitzenknochen. — Iſt es anders als auf dieſe Weiſe zu erklären, daß weibliche Individuen im Matronenalter durch Stimme, Bart u. dgl. oft männlichen Habitus verrathen, daß alte Faſanenweibchen, alte Hühner, nachdem ihre Fortpflanzungsfähigkeit aufgehört hat, d. h. nachdem ihr Univerſalleben zurückgetreten iſt, und dafür dann ihr Individualleben ein Uebergewicht bekommt, an Gefieder, Spornbildung und allgemeinem Naturell den Männchen ähnlich werden, und daß alte Hirſchkühe ſogar Geweihe bekommen? Das Gefieder iſt bei den Weibchen ſo gut als bei den Männchen vorhanden, und die Spornen kommen rudimentär auch bei jenen vor, ſo daß die genannte Umwandlung dieſer Theile durch eine ſtärkere und geänderte Entwicklung eines bereits Vorhandenen erklärt werden kann. Aber vom Geweihe findet ſich bei der Hirſchkuh keine Spur, kein Rudiment, und ſeine Darbildung im höhern Alter iſt nur aus dem allgemeinen und gemeinſchaftlichen, im Weibchen wie im Männchen herrſchenden, Typus einleuchtend. — Aus derſelben, beiden Geſchlechtern gemeinſchaftlichen, Natur ſind dann auch die abnormen, in ſeltenen Fällen ſogar beim Menſchen vorkommenden Annäherungen zur Zwitterbildung, welche ſowohl im allgemeinen Habitus und in der pſychiſchen und körperlichen Aeußerung des Lebens, als auch in der Beſchaffenheit der Geſchlechtsorgane ſich ausſpricht, zu erklären, indem nämlich dabei der beſtimmte Geſchlechtscharakter bei dem entſprechenden Geſchlechtsindividuo nicht gehörig ausgeprägt, dafür dann aber der andere Geſchlechtscharakter nicht gehörig und hinlänglich beſchränkt, ſondern in ſtärkerem Maße ſich geltend macht, als es bei normalem Vorherrſchen des beſtimmten, dem männlichen oder weiblichen Individuo gemäßen, möglich ſein würde.

Wenn nun aber das Männliche als eigentlicher Repräſentant des Individuellen, das Weibliche hingegen als der des Univerſellen erſcheint, ſo iſt auch zu erklären, wie ohne Gefährdung der beſtimmten Artform überhaupt wohl das Männliche, nie aber das Weibliche aus der Natur verſchwinden kann. So finden wir denn oft, daß die Männchen geſellig zuſammenlebender Inſecten bald nach der Begattung ſterben, während die Weibchen noch fortfahren für die Nachkommenſchaft durch Kunſttriebe zu wirken; — ſo verſchwinden bei manchen Cruſtaceen und Inſecten in gewiſſen Jahreszeiten, namentlich im Sommer, die Männchen gänzlich, ſo daß alſo temporär das männliche Geſchlecht faſt alle Bedeutung verliert, z. B. bei Daphnia pulex, bei den Blattläuſen, welche 6 — 9 Generationen hindurch ohne Männchen die Art erhalten können. — Wenn ferner das Weibliche vorzugsweiſe Repräſentant des Univerſellen, und ſonach der Erhaltung der beſtimmten Artform in der Natur überhaupt iſt, ſo läßt ſich erklären, wie daſſelbe an der Fortpflanzung mehr Antheil hat, als das Männliche. Erſteres liefert das Ei, welches man ſogar ſchon im weiblichen Embryo antrifft, es giebt dem Keim Dottermaſſe als Bildungsſtoff zu ſeiner erſten Entwicklung mit, oder gewährt ihm ſolchen als Nährſtoff zur allmäligen Entwicklung als Fruchtbildungsſtoff und als Milch, während letzteres, das Männliche, bloß durch einen momentanen Lebensact den Keim zur Entwicklung in beſtimmter Richtung anregt. Weil mehr Kraft- und Stoffaufwand zur Ausbildung der Frucht und deren Ernährung erfordert wird, als zur belebenden Anregung eines übrigens entwicklungsfähigen Keimes, ſo iſt es auch erklärlich, weßhalb das weibliche Geſchlechtsleben früher erliſcht, als das männliche. Nur wenn das Weibliche Repräſentant des Univerſellen iſt,

und wenn alſo demſelben die Erhaltung der beſtimmten Artform überhaupt vorzugsweiſe obliegt, iſt es erklärlich, wie die Weibchen der niederen Thiere, deren Leben in individueller Hinſicht überhaupt noch unbedeutend iſt, an Größe, Kraft und Stärke den Männchen bei weitem überlegen ſind. So iſt bei Achtheres das Männchen 5mal kleiner als das Weibchen und hält ſich, ähnlich wie ein Schmarotzerthier, während des ganzen Lebens an der Geſchlechtsöffnung des letztern auf. Wenn endlich das Weibchen das Univerſelle repräſentirt, ſo leuchtet ein, daß die Zahl der Weibchen in dem Thierreiche bedeutender ſein müſſe als die der Männchen. Wenn indeß ein Bienenſtock, der nur ein fortpflanzungsfähiges Weibchen und etwa 800 Männchen hat, dem Geſagten zu widerſprechen ſcheint, ſo ſteht zu bedenken, daß in demſelben Stocke noch an die 20,000 Arbeitsbienen leben, welche bekanntlich nur Weibchen ſind, in denen ſich das Univerſalleben zwar nicht als eigentliche Fortpflanzungsfunction ausſpricht, wohl aber als Function, für den Unterhalt der Nachkommenſchaft, die ſonſt auch vom weiblichen Geſchlechte überhaupt gepflegt wird, Sorge zu tragen. Nur bei höheren Thieren, und namentlich ganz entſchieden bei den Säugethieren, und beſonders auch beim Menſchen werden mehr männliche als weibliche Individuen geboren, — gerade im Menſchen hat aber auch das Individualleben die höchſte Ausbildung und die größte Bedeutung, den höchſten Werth erlangt.

Bereits im grauen Alterthume iſt die Analogie zwiſchen Mann und Weib richtig erkannt worden. So ſagt ſchon Galen, das Weib habe innerlich das, was der Mann äußerlich. Ihm mußte aber widerfahren, daß ein ſpäterer großer Geiſt, Haller, ſeine Aeußerung für einen Scherz hielt und diejenigen tadelt, welche faſt im Ernſt eine ſolche längſt widerlegte Meinung wieder hervorgeſucht hätten. Ariſtoteles faßte die Analogie falſch auf, indem er das Weib für einen unvollſtändigen Mann hielt, welcher Anſicht manche Neuere, theils nach anatomiſchen Unterſuchungen, theils aus philoſophiſchen Gründen beipflichteten. Man hielt jeden Embryo urſprünglich für weiblich, — der Mann ſei der vollkommen entwickelte, das Weib der auf niederer Stufe der Entwicklung ſtehen gebliebene, oder der nicht hinlänglich entwickelte, Menſch. Plato faßte das Verhältniß von Mann und Weib von einem höhern Geſichtspunkte aus auf, er betrachtete die beiden als die ergänzenden Glieder der Menſchheit, oder vielmehr des Menſchen. Von demſelben Geſichtspunkte aus hat Wilhelm von Humboldt den Geſchlechtsunterſchied und deſſen Einfluß auf die organiſche Natur, ſowie die männliche und weibliche Form, Trorler mit tiefem Blick ſeine Hermaphrodite, und beſonders Burdach den allgemeinen Geſchlechtscharacter erörtert. — Oft wurde das Verhalten des Weibes zum Manne wie das der Pflanze zum Thier, oder auch wie das des kindlichen zum reifern Alter betrachtet. Das iſt halb wahr, halb falſch, — wahr, inſofern das Leben der Pflanze mehr eine univerſelle als individuelle Bedeutung hat, und inſofern auch im Kinde, als dem noch in der Entwicklung Begriffenen, die Individualität nicht vollendet, ſondern ja eben in der Entwickelung begriffen iſt, — falſch aber, inſofern man etwa dafür halten möchte, im Weibe ſeien die Functionen des ſogenannten vegetativen Lebens vorherrſchend, oder das Weib ſei, — wie die Pflanze niederer als das Thier, ſo ſelbſt — niederer als der Mann, — da es doch vielmehr nur den Begriff der Univerſalität in der Individualität, wie der Mann den der Individualität in der Univerſalität ausſpricht. Im Weibe iſt die Natur des Mannes vorhanden, wenn auch nur beſchränkt und modificirt, aber in der Pflanze fehlt die Natur des Thieres durchaus.

Individualität hat den Charakter der Selbſtheit, Selbſtſtändigkeit, der Kraft und Energie, der möglichſten Begrenzung und Abgeſchloſſenheit, des Antagonismus; — Univerſalität hingegen den der Abhängigkeit, Unbeſtimmtheit, Verſchmelzung, Hingebung, der Sympathie. Und gerade auch dieſen Charakteren gemäß, alſo nicht allein der bisherigen Darſtellung der allgemeinen Seinsarten in der Natur entſprechend, ſtellt ſich das Männliche als das relativ vorzugsweiſe Individuelle, das Weibliche als das relativ vorzugsweiſe Univerſelle heraus, und zwar

1. Hinſichtlich der Statur. — Der Mann entwickelt ſeine Selbſtheit in höherm Grade als das Weib, deßhalb erreicht er im Allgemeinen auch eine bedeutendere Größe, und aus demſelben Grunde ſtehen ſeine einzelnen mehr äußeren Theile in ſchrofferen Gegenſätzen zu einander und er ſelbſt ſchroffer zur Außenwelt. Die männliche Form charakteriſirt ſich demnach durch eine gewiſſe Schroffheit, die Weibliche durch Sanftheit. Hier iſt die Körperfläche ſanft, von wellenförmigen Linien begrenzt, dort erſcheinen alle Umriſſe ſchärfer, alle Ecken und Winkel treten bedeutender hervor, der ganze Körper iſt in beſtimmtere Abſchnitte getheilt, und gleicht, wie W. v. Humboldt ſagt, einer Zeichnung, die eine kühne Hand mit ſtrenger Richtigkeit, aber wenig bekümmert um Grazie, entwirft. Hauptſächlich ſind es die kräftigen Muskeln, und die ihnen entſprechenden nervigen Sehnen, welche auch bei übrigens gleicher Körpergröße den thatkräftigen Mann von dem zarten Weibe unterſcheiden. — Bei dem Vergleich einer größeren Anzahl Männer mit einer gleichen Anzahl Weiber fällt das Größenübergewicht entſchieden auf die Seite der Männer; dabei bemerkt man zugleich, daß dieſelben unter einander hinſichtlich der Größe viel mehr variiren als die letzteren, und dem entſprechend hat man auch beobachtet, daß bei größeren Menſchenſchlägen die Weiber bei weitem kleiner ſind als die Männer, bei kleineren hingegen mit denſelben von gleicher Größe. — Bei Beurtheilung der Körpergröße in Bezug auf Kraft und Stärke kommt es weniger auf die abſolute Längenausdehnung oder den abſoluten Körperumfang an, als vielmehr auf relative und harmoniſche Größe der einzelnen Theile. Eine bedeutende Größe überhaupt kann z. B. auf exceſſiver Entwicklung der Extremitäten beruhen, und ſo beobachtet man oft an einer großen Anzahl von Menſchen, welche man der Größe nach neben einander gereihet hat, ein ganz anderes Verhältniß, wenn man ſie in derſelben Reihefolge ſich ſetzen läßt. Und dabei wird man eine größere Verſchiedenheit bei einer Reihe von Männern, eine mindere bei einer Reihe von Weibern wahrnehmen. Zugleich ſtellt ſich bei einer ſolchen Vergleichung heraus, daß das Weib verhältnißmäßig einen längern Rumpf, der Mann verhältnißmäßig längere Extremitäten hat. Demgemäß fällt die Hälfte der geſammten Körperlänge beim Manne im Allgemeinen in die Schambeinvereinigung, beim Weibe hingegen oberhalb derſelben. — Bedeutende Geſchlechtseigenthümlichkeit ſpricht ſich in der Kopfbildung aus; wenn auch der eigentliche Kopftheil des Schädels beim Manne nur wenig größer iſt als beim Weibe, ſo iſt doch der Geſichtstheil beim Manne abſolut und im Verhältniß zum Kopftheil bei weitem größer; auch ſind die Geſichtsknochen beim Manne mehr entwickelt, beſonders der Unterkiefer breiter und höher, die Augen- und Naſenöffnung umfangreicher, die Naſe vorſpringender, breiter und länger, und überhaupt die Geſichtszüge markirter. — Am Rumpfe zeigt ſich beim Manne die eigentliche Bruſtregion, beim Weibe die Hals- und Lendenregion länger, und dieſe bedeutenderen Dimenſionen beſonders der Lendengegend werden nicht allein durch länger geſtreckte Wirbelkörper, ſondern auch durch dickere Zwiſchenknorpel bewirkt. Entſchieden iſt beim weibli-

chen Geschlecht auch der Hals dünner, und macht eine sanfte Biegung nach vorn, besonders indem die zwei ersten Halswirbel etwas in der Richtung nach vorn, darauf die übrigen aber allmälig wieder zurück sich wenden. Beim Manne ist Hals und Nacken umfangreicher, der Thorax entschieden weiter, und besonders die Schultern, wegen der längern und mehr gebogenen, dabei mehr schräg vom Brustbein zum Schulterblatt hinaufsteigenden Schlüsselbeine, breiter, stärker nach vorn und höher nach oben vorstehend. Die größere Breite der Brust hängt theils von dem breiteren Sternum, theils aber auch von den längeren und breiteren, an ihrer hintern Extremität minder gebogenen Rippen ab. Weil diese Enden beim Weibe mehr gebogen sind, so tritt bei demselben die Wirbelsäule tiefer in die Brusthöhle hinein, wodurch der Durchmesser derselben in der Richtung von vorn nach hinten sehr beengt wird. Hingegen liegt beim Manne die Wirbelsäule wegen der schwächern hintern Rippenkrümmung mehr nach hinten, und daher kommt hauptsächlich, daß bei ihm die Grätenfortsätze, besonders der unteren Rücken- und oberen Lendenwirbel stärker vortreten. Ebendaher rührt es auch, daß der Umkreis des Thorax beim Manne über dem Becken hervorragt, während er beim Weibe in einer Ebene senkrecht über dem Becken liegt. Die Rippen erstrecken sich beim Manne in der Richtung von hinten nach vorn auch mehr schräge abwärts. — Beim Weibe ist der Unterleib gegen den Thorax gerechnet länger, also der Raum zwischen dem Processus xiphoideus bis zum Nabel, und von diesem wieder bis zur Schambeinsymphyse bedeutender; beim Manne hingegen ist der Thorax und demgemäß auch das Brustbein länger. Beim Weibe ist die Gestalt des Unterleibes mehr cylindrisch, beim Manne mehr birnförmig mit nach unten gerichteter Spitze; da die Lendenwirbel bei jenem mehr in die Bauchhöhle vortreten, so ist der Raum für die Verdauungseingeweide beschränkter als beim Manne, da aber die Lendenwirbel länger sind und die falschen Rippen nach unten mehr an Länge abnehmen, also diese Gegend überhaupt weniger durch harte Theile beschränkt wird, so ist im schwangern Zustande eine ausgedehntere seitliche Vergrößerung des Unterleibes leicht möglich, in welcher Hinsicht dann auch noch die schlaffere Faser in Betracht kommt. Wie beim Manne die Schultern breiter sind, so beim Weibe verhältnißmäßig die Hüften, und zwar sowohl wegen des breitern Beckens, als auch wegen der bedeutenderen Quantität Fettes besonders in dieser Gegend. Dabei ist das große Becken auch flacher und niedriger; die obere Apertur des kleinen Beckens erscheint mehr queroval, beim Manne mehr herzförmig; die Sitzbeine stehen beim Weibe mehr auseinander, und der Arcus ossium pubis ist beim Manne mehr ein Angulus. Das Kreuzbein ist beim Weibe der bedeutendern Beckenbreite entsprechend überhaupt breiter, besonders in seinem obern Theile; auch ist es stärker nach hinten gekrümmt, aber etwas kürzer; das Steißbein kürzer, beweglicher, aber weniger nach vorn vorspringend, und daher, sowie wegen des größern Abstandes der Sitzbeine, der Beckenausgang weiter. Da das Becken vom Hüftkamm zum Sitzbeinhöcker kürzer ist, so sind auch die Gesäßmuskeln auf einen kleinern Raum beschränkt, und dieses ist ein Grund mit, weßhalb das Gesäß gewölbter erscheint. Wegen der größern Beckenbreite stehen auch die Gelenkpfannen weiter auseinander, und sind dabei zugleich etwas mehr nach hinten gerichtet. Der Schenkelhals ist länger und läuft in minder stumpfem Winkel von den Schenkelbeinen ab; da nun demnach die Oberschenkel in ihren oberen Extremitäten weit auseinander stehen, so convergiren dieselben stark in der Richtung nach den Knieen zu, und tragen so wesentlich zur Vergrößerung des sogenannten weiblichen Schoßes bei; da aber die Schenkel kürzer sind, so drängen sich

die Muskeln dieser Gegend mehr zusammen, und dieses ist mit ein Grund, weßhalb die Oberschenkel beim weiblichen Geschlecht viel fleischiger erscheinen als beim Manne, — gegen die Kniee hin nimmt indeß die Fleischfülle wieder merklich ab. Wenn aber die Extremitäten zu den Knieen stark convergiren, so müssen sie, wenn die Stellung überhaupt eine regelmäßige sein soll, von da ab bis zu den Füßen entsprechend divergiren, welche letztere beim Weibe kleiner aber fleischiger sind und mehr in der Mitte ausgehöhlt erscheinen, während beim Manne die Aushöhlung der Fußsohle an den beiden Seiten stärker ist.

Mit der Größenverschiedenheit der Geschlechter verhält es sich indeß nicht bei allen Thieren wie beim Menschen. Bei den Säugethieren und Vögeln ist das Weibchen meist eben so groß als das Männchen, oder das Weibchen ist kleiner, — nur sehr selten ist das Weibchen größer, namentlich bei Elenn, Auerochs, Walfisch, bei den Tagraubvögeln, den Kuckuken und einigen Fliegenschnäppern. Aus einigen Beobachtungen an Säugethieren und Vögeln hat man den Größenunterschied der Geschlechter aus dem bedeutendern oder mindern Kraftaufwande erklärt, welchen das weibliche Geschlecht bei der Hervorbringung der Jungen und ihrer Ernährung auf Kosten des eigenen Organismus zu verwenden hat. Wenn auf diese Weise auch erklärt werden könnte, wie diejenigen Säugethierweibchen verhältnißmäßig kleiner erscheinen, welche, wie z. B. die Kuh, Ziege u. dgl., im gezähmten Zustande anhaltend gemolken werden, und wenn ebenso erklärt werden könnte, wie diejenigen Vogelweibchen verhältnißmäßig sehr groß erscheinen, welche, wie namentlich die Tagraubvögel, sehr wenige Eier legen, so läßt sich doch daher keinenfalls die vorwaltende Größe der Weibchen der meisten niederen Thierclassen ableiten. Vielmehr liegt der Grund darin, daß gerade das männliche Geschlecht es ist, in welchem überhaupt das Individuelle vorzugsweise sich ausspricht, und demgemäß muß das Männchen überall da größer erscheinen, wo das Individualleben im Verhältniß zum Universalleben vorherrschend ist, also bei den höheren Thieren überhaupt; umgekehrt muß da, wo das Universalleben vorherrschend ist, also bei den niederen Thieren, das Weibchen im Allgemeinen das hinsichtlich der Größe prävalirende sein. Daß aber das Leben der niederen Thiere mehr eine universelle als individuelle Bedeutung habe, leuchtet schon daraus hervor, daß bei manchen derselben der eigentliche, entwickelte, reife Zustand im Verhältniß zum Zustande der Entwicklung oder Metamorphose kaum eine Bedeutung hat. So lebt die Ephemera, welche zwar mehre Jahre im unvollkommenen und unbestimmten Zustande der Kindheit zubrachte, nur wenige Stunden als vollkommenes Insect, und diese kurze Zeit ihrer Reife verwendet sie nicht etwa, um als Individuum zu wirken und zu schaffen, sondern — nur in universeller, bloß auf die Erhaltung der Artform, wovon sie einen Moment ausmacht, gerichteter Beziehung, d. i. um Nachkommen ins Dasein zu rufen.

2. Nach Textur. Das mehr Individuelle, also Männliche, charakterisirt sich auch durch schroffere Gegensätze und Begrenzungen im Innern. Dieser Gegensatz spricht sich zwischen flüssigen und festen Theilen überhaupt in der Art aus, daß beim Manne die festen, beim Weibe die flüssigen überwiegend sind; so beträgt z. B. das Skelet beim Manne $^{10}/_{100}$, beim Weibe nur $^{8}/_{100}$ des gesammten Körpergewichts; aber die Hirnschale ist im Verhältniß zum übrigen Skelet beim Weibe schwerer. Im Blute der Weiber herrschen mehr Wassergehalt und Eiweiß, in dem der Männer hingegen mehr Cruor, Faserstoff, Eisen- und Salztheile vor. Die festen Theile, als Haut, Knorpel, Sehnen, Muskeln und Zellgewebe sind beim Manne straffer, härter, derber, ebenso die Knochen, welche auch eckiger und rauher erscheinen und mit

stärker vorspringenden Fortsätzen versehen sind; hinsichtlich der Stärke der Knochen bezieht sich der geschlechtliche Unterschied hauptsächlich auf die Mittelstücke, indem die Gelenktheile bei beiden Geschlechtern von fast gleichem Umfange sind. Die männliche Haut ist bei weitem dicker, und in dem Thierreiche oft an einzelnen Stellen stärker entwickelt; so z. B. hat die männliche Phoca cristata einen an den Seiten des Mauls herabhängenden Kamm auf der Nase, und der männliche Puter einen sehr stark entwickelten und einer bedeutenden Anschwellung fähigen vorderen Stirnlappen, welche Fähigkeit dem kleinern Lappen der Truthenne mangelt. Von dem laxeren und copiöseren Zellgewebe hängt hauptsächlich die wellenartige Oberfläche des weiblichen Körpers ab; auch sind besonders wegen der größern Anhäufung dieses Gewebes im Parenchyma der Organe die Muskeln des Weibes verhältnißmäßig voluminöser als die des Mannes. Wegen der vorherrschenden Rigidität ist das männliche Geschlecht zu krankhaften Verknöcherungen und kalkigen Ablagerungen, wegen vorherrschenden Laxität das weibliche Geschlecht zu Schleimflüssen und Wassersuchten geneigter. Aus demselben Grunde ist auch der männliche Körper specifisch schwerer als der weibliche, und solches gilt sowohl vom Blute als von den festen Theilen. Das gesammte Körpergewicht ist nach Quetelet's Versuchen hinsichtlich der Geschlechter sehr verschieden; im Allgemeinen ist bei gleichem Alter das männliche Individuum bei weitem schwerer als das weibliche. So fand derselbe den neugeborenen Knaben 3,20, das neugeborene Mädchen 2,91 Kilogramme, im 10. Jahre jenen zu 24,52, dieses zu 23,52 Kilogramme, im 12. Jahre beide gleich, nämlich zu 29,82 K., im 20. J. den Mann zu 60,06, das Weib zu 52,28, im 40. J. jenen zu 63,67, dieses zu 55,23, im 60. J. jenen zu 61,64, dieses zu 54,30, im 80. J. jenen zu 57,83, dieses zu 49,37 K. — Aus der größern Geschmeidigkeit des weiblichen Baues kann es zum Theil erklärt werden, daß das weibliche Geschlecht fremde Klimate im Allgemeinen besser verträgt, als das männliche, und darin nicht so leicht und so stark ausartet als dieses.

3. In der Stärke. Die Muskelkraft ist beim Manne entschieden bedeutender als beim Weibe, theils weil die Muskelfasern rigider sind und, wegen des spärlicheren Zellgewebes, compacter liegen, theils aber auch wegen der energischern Nervenwirkung. Hierüber haben Quetelet's Versuche mit dem Dynamometer entscheidende Resultate geliefert. Im ausgewachsenen Zustande übertrifft das männliche Individuum das weibliche etwa um das Doppelte, in der Zeit der Pubertät um die Hälfte, in der Kindheit aber nur um $^1/_3$. Während die Bewegungen des Mannes mit mehr Kraft ausgeführt werden, werden die des Weibes mit mehr Grazie und Behendigkeit vollzogen; nur die Bewegung des Laufens ist beim weiblichen Geschlecht, wegen des breitern Beckens, des größern Abstandes der Oberschenkel und der Kürze der unteren Extremitäten, überhaupt unbeholfen und linkisch. Der Gang ist mehr schwankend und schwebend, und der Stand, besonders wegen der Kleinheit der Füße, unsicherer als beim Manne. — Auch in dem Thierreiche zeigt das männliche Geschlecht mehr Stärke als das weibliche, und sogar ist der Flug der kleinen Raubvogelmännchen kräftiger und rascher als der der bei weitem größeren Weibchen. Beim Phasianus Argus hat das Männchen doppelt so lange hintere Schwungfedern als das Weibchen. Männliche Hühnervögel streifen mit ihren Flügeln oft kräftig über den Erdboden her, und der Pfau- und Truthahn äußert eine große Kraft mit seinen Schwanzmuskeln, indem er den Schwanz radförmig ausspreitzt, während man dergleichen bei den Weibchen nicht beobachtet. Ebenso sind die Tarsen bei den Männchen mehrer Vogelarten stärker als bei den

Weibchen. Nicht bei weiblichen wohl aber bei männlichen Tritonen entwickelt sich, besonders in der Begattungszeit, auf dem Rücken und an den Hinterbeinen die Haut flossenartig, und gestattet so diesen Thieren eine größere Sicherheit und Kraft in der Bewegung. Was die wirbellosen Thiere anbetrifft, so ist zwar manchmal die Bewegung der Männchen beschränkter als die der Weibchen, z. B. in dem bereits genannten Falle, wo das Männchen nach Art der Parasiten fortwährend auf dem Weibchen wohnt, meist aber ist das Männchen das kräftiger sich bewegende; so sind die Flügel mehrer Schmetterlingsmännchen, ausgedehnter als die der Weibchen, und alsdann noch zuweilen mit besonderen Nebenorganen, z. B. bei Locusten und einigen Dämmerungs- und Nachtschmetterlingen mit einem Apparat versehen, wodurch die Flügel in gehöriger Lage erhalten werden. — Das Bienenameisenweibchen und einige weibliche Gryllen sind sogar flügellos, und das Schildlausweibchen sitzt fast zeitlebens unbeweglich an einer Stelle, während das Männchen ziemlich lebhaft sich bewegt. Mehre Insectenmännchen zeichnen sich auch durch stärkere Füße aus; bei mehren Gryllenmännchen sind die Schienbeine der Vorderfüße stark angeschwollen; die Dityscusmännchen sind mit starken schwammigen Ballen an ihren Tarsen versehen. — Aber nicht allein zeigt sich die größere Stärke in der Bewegung überhaupt, sondern besonders noch in dem Kampfe mit dem Aeußern, sowie im Festhalten der Weibchen bei der Begattung. So sind beim männlichen Geschlecht oft besondere Angriffswaffen entwickelt. Die Hörner der Ziegen, Schafe und des Rindviehes sind beim Männchen ungleich größer und stärker als beim Weibchen, und fehlen letzteren bei weitem häufiger als ersteren; es giebe keine Antilopenart mit ungehörntem Männchen, aber eine ziemliche Anzahl mit hornlosen Weibchen; die Männchen sämmtlicher Hirscharten sind mit Geweihen versehen, aber nur bei einer in der Jetztwelt lebenden und einer ausgestorbenen Art, nämlich bei dem Rennthier und Riesenhirsch hat auch das Weibchen Geweihe; der weiblichen Giraffe fehlt der geweihartige Fortsatz auf der Stirnnath; nur das männliche Schnabelthier besitzt an seinem Hinterfuße einen starken Sporn. Bei denjenigen Vogelarten, welche mit Spornen versehen sind, hat das Weibchen eigentlich nur Rudimente derselben. Die Männchen mehrer Froscharten sind mit, besonders zur Begattungszeit sich entwickelnden Daumenwarzen versehen, um sich auf dem Weibchen festzuhalten. Beim männlichen Hirschkäfer sind die Oberkinnladen zangenförmig lang und als Angriffswaffe gestaltet, und bei vielen männlichen Krebsen die Scheeren verhältnißmäßig dicker und stärker. Nur dann, wenn gerade dem Weibchen ein Familienschutz besonders obliegt, stellt sich das entgegengesetzte Verhältniß heraus; so haben die weiblichen und Arbeitsbienen den Giftapparat mit dem verwundenden Stachel, und dabei in der Regel größere und stärkere Kiefer als die Männchen. In solchen Fällen ist auch der weibliche Körper noch wohl mit anderen eigenthümlichen Organen oder Einrichtungen versehen, welche sich entweder auf das Legegeschäft, oder auf den Schutz der Jungen beziehen; so finden wir den Korb und die Bürste am Hinterfuß der weiblichen und arbeitenden Bienen zum Eintragen des Wachses, die Legescheide mehrer weiblichen Orthopteren, den Legebohrer mehrer Hymenopteren u. s. w. zum Einsenken, die Eierfüße mehrer Krebsweibchen zum Anheften der Eier.

4. In Bezug auf Entwicklung und Lebensdauer. Daß das weibliche Individuum seine verschiedenen Lebensstufen rascher durchläuft, ist bekannte Thatsache, so daß sogar in manchen Ländern das Gesetz für dasselbe die Majorennität um mehre Jahre früher bestimmt hat, als für das männliche. Auch dieser Umstand läßt sich daraus erklären, daß in jenem das

Universelle, in diesem das Individuelle vorherrschender Lebenscharakter ist. Der Abstand zwischen der ersten Entstehung eines Organismus und seiner Reife ist im Allgemeinen um so bedeutender, auf einer je höheren Entwicklungsstufe in der Natur derselbe steht, der Organismus nimmt aber eine um so höhere Stufe ein, auf je mannigfaltigere Weise das Leben an und in ihm sich offenbart. Je entschiedener eine solche Mannigfaltigkeit sich ausspricht, desto mehr herrscht auch Individualität, je unbestimmter, desto mehr Universalität vor. Jede Mannigfaltigkeitsgestaltung ist aber eine Aeußerung, die nur durch Entwicklung des Lebens selbst hervortritt, und so ist es denn einleuchtend, daß das männliche Individuum zu seinen entschiedener sich aussprechenden Differenzirungen stärkere Verwandlungen zu bestehen hat, als das weibliche. Es beruht demnach die langsamere Entwicklung jenes auf demselben Grunde, weßhalb überhaupt bei den höheren Thieren, gegen die mehr niederen, und in den vorgerückteren Lebensperioden, gegen die höheren gerechnet, der Entwicklungsproceß langsamer vor sich geht. So wird denn, da für beide Geschlechter der Zeitraum ihres Aufenthalts im Uterus derselbe ist, das weibliche Kind verhältnißmäßig reifer geboren, als das männliche. — Jenes ist schlanker, zierlicher, proportionirter; dieses plumper, unförmlicher, aber größer, — besonders zeichnen sich Mund, Nase, Hände und Füße durch Größe aus; die Stimme ist stärker und rauher und der Saugeact wird mit viel mehr Kraft vollführt. Das Mädchen zeigt früher Aufmerksamkeit, es fängt früher an zu lächeln, lernt früher sprechen und gehen, auch stellt sich bei ihm Zahn-Ausbruch und Wechsel zeitiger ein; es wird gelehriger, hat ein besseres Auffassungsvermögen und richtigeres Urtheil; es bleibt mehr sanft, nimmt wenig Theil an dem rauheren Wesen und Spiele des Knaben und hat bei weitem weniger Eßlust als dieser. In der Zeit der Pubertät, wenn sich die Geschlechtsfunction zu entwickeln beginnt, prägt sich diese im männlichen Individuo schroffer und bestimmter aus als im weiblichen, und eigentlich beginnt erst von dieser Zeit an die Haut, Muskel- und Sehnenfaser, das Zellgewebe u. s. w. die dem männlichen Geschlecht eigene Starrheit zu verrathen, besonders wird jetzt Kehlkopf und Stimme charakteristisch. Die Stimmritze, welche beim Knaben noch kurz vor der Pubertät 5 Linien lang und $1\frac{1}{2}$ weit ist, kann mit der Pubertät, also etwa in Verlauf eines Jahres um das Doppelte an Länge und Weite zunehmen, während sie beim weiblichen Individuo in dieser Zeit kaum merklich sich verändert, und bei der Jungfrau überhaupt eine Länge von 7 Linien eben nicht überschreitet. Auch wird erst von jetzt an der Thorax des männlichen Individuums entschieden umfangreicher und der Bauch des weiblichen merklich länger. — Jedoch sind alle diese Charaktere, welche sich jetzt entschiedener aussprechen schon in früheren Zeiten, und zum Theil auch während des Fötuslebens, schwach ausgeprägt und bei genauerer Betrachtung unverkennbar. — Im Allgemeinen ist beim weiblichen Geschlecht das Leben dauerhafter als beim männlichen; solches zeigt sich in der Art, daß, obwohl mehr Knaben als Mädchen geboren werden, und zwar in dem ungefähren Verhältniß von 105 : 100, dennoch bei allgemeinen Volkszählungen mehr weibliche als männliche Individuen sich herausstellen, und zwar in dem ungefähren Verhältniß wie 110 : 100. Ein solches Mißverhältniß hat man in äußeren Umständen, z. B. in übermäßigen Anstrengungen des männlichen Geschlechts bei den Arbeiten, in der großen Lebensgefahr, womit diese oft verbunden sind, in den Extremen der Leidenschaften u. dgl. gesucht, es aber doch bei genauerer Betrachtung nicht finden können. Vielmehr möchte dasselbe aus dem numerischen Uebergewicht des weiblichen Geschlechts in der Natur überhaupt zu erklären sein, welches Ueber-

gewicht auch noch in der Menſchheit, wo die Individualität zur höchſt möglichen Bedeutung gelangt iſt, ſich geltend macht, aber nur in ganz ſchwachem Grade und nicht einmal in allen Zeiten des Menſchenlebens, namentlich nicht in den früheſten, wie das obige Verhältniß der Neugebornen, und ebenſowenig in den ſpäteſten, wie die Extreme des hohen Alters, beweiſen. Die größere oder geringere Dauerhaftigkeit der Geſchlechter nach den verſchiedenen Lebensaltern iſt ſo, daß die Sterblichkeit bei der Geburt, und dann noch in dem Alter bis zum 7., ferner vom 15. bis zum 30., dann wieder vom 45. bis zum 55. Jahre beim männlichen, hingegen vom 7. bis zum 15., und vom 30. bis zum 45. Jahre beim weiblichen Geſchlechte größer iſt. Im Allgemeinen werden mehr Weiber als Männer alt — auf 100 Männer über 100 Jahre kommen 155 Weiber; jedoch betreffen die Beiſpiele eines ſehr hohen Alters, vom 120. bis 180. Jahre, faſt ausſchließlich das männliche Geſchlecht. — Was den Uebergang vom Leben zum Tode betrifft, ſo ſtellt ſich derſelbe im Allgemeinen um ſo ſchroffer heraus, je ſchroffer oder individueller ſich das Leben überhaupt geſtaltet hat, und dieſes iſt der Grund, weßhalb die Charaktere des hohen Alters, namentlich die Erſcheinungen des Marasmus senilis beim Weibe bei weitem weniger merklich ſind als beim Manne; — aus demſelben Grunde iſt hier der Todeskampf viel heftiger als dort.

5. Hinſichtlich der einzelnen Functionen. Die Annahme, das Weib ſei als Repräſentant des vegetativen Lebens zu betrachten wird durch die im Manne vorwaltend entwickelten, ſogenannten vegetativen Functionen widerlegt. Man kann nur ſagen, im weiblichen Geſchlecht herrſche eine mehr luxuriöſe Vegetation, im männlichen dagegen eine kräftigere, woher denn nicht nur die ſtärkere Rigidität im Baue dieſes, ſondern auch der Umſtand erklärlich iſt, daß daſſelbe wegen ſeiner individuellen und energiſchen Production viel ſeltener als das weibliche, Afterorganiſiationen, als Scirrhen, Tuberkeln, und ſogar auch die eigentlichen Entozoen, aufkommen läßt. — Was die Verdauung betrifft, ſo äußert ſich ſchon die Neigung Nahrung aufzunehmen, nämlich Hunger und Durſt, beim Manne viel reger und dringender, als beim Weibe; dieſes kann daher Hunger und Durſt beſſer ertragen, als jener und widerſteht dem Hungertode viel länger. Wenn auch Beiſpiele eines freiwilligen Verhungerns beim männlichen Geſchlechte nicht gänzlich fehlen, ſo ſind ſie doch ſo ſelten, daß ſie in Vergleich mit dem weiblichen Geſchlecht kaum in Betracht kommen, umgekehrt ſind die Beiſpiele von Völlerei und Freßſucht faſt nur bei Männern beobachtet worden. Der geſammte Verdauungsapparat iſt beim männlichen Geſchlecht größer als beim weiblichen; zwar erſcheint die Bauchhöhle bei letzterm länger und nach unten, wo die Geſchlechtswerkzeuge liegen, weiter, aber bei erſterm iſt ſie in ihrer obern Hälfte, beſonders da, wo Magen und Leber liegen, geräumiger. Die Zähne des Mannes ſind größer, breiter, entſprechend der geräumigern größern Mundhöhle und dem breitern und höhern Unterkiefer. Dem Weibe fehlen häufiger die Weisheitszähne als dem Manne, und öfters iſt es bei jenem als bei dieſem der Fall, daß Milchzähne ſtehen bleiben und nicht durch andere erſetzt werden. Auch bei Thierweibchen ſind die Zähne im Allgemeinen kleiner als bei den Männchen, und es kommt oft vor, daß letzteres mehr Zähne hat als das Weibchen, nicht aber umgekehrt. Die Zunge iſt breiter und dicker, Schlund und Speiſeröhre derber; der Magen größer und mit dickeren Wänden verſehen, woher denn auch das Bedürfniß, eine größere Quantität von Nahrung auf einmal einzunehmen. Der Dünndarm iſt weiter, aber verhältnißmäßig kürzer; der Dickdarm enger; die Muskelthätigkeit des Magens und Darmkanals ſtärker

und reger, weßhalb auch der Stuhlgang häufiger erfolgt. Leber, Milz und Pancreas sind größer. Dagegen sind beim weiblichen Geschlecht die Chylusgefäße zahlreicher und deren Aufsaugungsvermögen reger, weßhalb die Verdauung rascher von statten geht, und der Koth der Weiber trockner, als der der Männer erscheint.

Die Respiration ist beim männlichen Geschlecht entschieden energischer, und sämmtliche dieser Function vorstehende Organe scheinen im ausgedehntern Maße entwickelt. Nebst den Kiefern ist besonders die Nase derjenige Theil, wodurch dem Gesichte der beiden Geschlechter der Hauptcharakter mitgetheilt wird, und sogar in dem Falle, daß die Nase eines Mannes und eines Weibes gleichen Umfang hat, unterscheidet sich die männliche doch durch größere und geräumigere Nasenlöcher. Dem entsprechend ist der Rachen geräumiger, Zungenbein größer, Kehlkopf weiter, niedriger gestellt und stärker vor dem Halse vorspringend, die Stimmritze länger und weiter, die beiden Hälften des Schildknorpels unter spitzerm Winkel zusammenstoßend, die Schilddrüse kleiner, die Luftröhre weiter aber kürzer und mit weniger Ringen versehen; der Thorax ist geräumiger und der Hauptrespirationsmuskel, das Zwerchfell, größer und nicht so hoch in die Brusthöhle hinein gewölbt, indem es sich mit seinem vordern Zipfel an den Knorpel der 7., — beim Weibe an den der 6. Rippe befestigt; aber der weibliche Thorax ist beweglicher und ausdehnbarer, indem die Rippenknorpel nicht allein dünner und biegsamer, sondern auch verhältnißmäßig länger sind. Die männlichen Lungen sind größer und liegen, wegen der stärkern Wölbung der Brust, mehr nach vorn, die weiblichen hingegen, wegen der stärkern Biegung der hintern Rippenextremitäten, mehr nach hinten. Er- und Respiration erfolgen beim Manne langsamer, aber tiefer, und ähnlich wie wir bei ihm ein größeres Nahrungsbedürfniß wahrnehmen, so auch einen größern Respirationstrieb; er verzehrt mehr Sauerstoff, er fordert eine reinere Luft, und stirbt schneller an Erstickung als das Weib, wie denn Carus beobachtet hat, daß sogar männliche Embryonen häufiger in Asphyrie verfallen und schwerer daraus zu erwecken sind, als weibliche. Wegen der stärkern Entwicklung der gesammten Respirationsorgane ist beim Manne auch die Stimme stärker und tiefer, aber auch veränderlicher, woher es denn mit rühren mag, daß Männer häufiger stottern als Weiber, und zwar in dem ungefähren Verhältnisse von 8 : 1. Entschieden ist auch bei den männlichen Thieren die Respiration bedeutender, und namentlich zeichnen sich besonders mehrere Vogelmännchen vor ihren Weibchen durch besondere Entwicklung der Luftröhre nebst ihren Muskeln, durch besondere Anschwellungen und Erweiterungen jener, aus; männliche Batrachier haben oft eine besondere Schallblase; nur die männlichen Cigalen haben vorn unter dem Hinterleibe einen besondern Stimmapparat, und nur die männlichen Locusten können mittelst ihrer Flügel eine Stimme von sich geben, während die Weibchen ganz stumm sind.

Die Circulation ist beim Manne langsamer und weniger veränderlich, dafür wird aber eine stärkere Blutwelle durch die Adern getrieben. Das Herz ist in allen seinen Verhältnissen größer, mit dickeren Wänden und geräumigeren Höhlen; auch sind die Gefäße, besonders Aorta und Lungenarterien weiter und dickwandiger, — jedoch haben die Gefäße der Geschlechtstheile bei dem weiblichen Geschlecht ein entschiedenes Uebergewicht. Weil bei Weibern die Gefäßwandungen dünner und nachgiebiger sind, scheint das Blut auch mehr durch dieselben hindurch, weßhalb denn die Hautfarbe schöner röthlich ist; jene Wandungen sind aber auch weniger im Stande, einem andringenden Blutstrome Widerstand zu leisten, weßhalb das weibliche Geschlecht zu krankhaften

Gefäßausdehnungen, namentlich zu ſolchen der Venen bei weitem mehr geneigt iſt, als das männliche; — daher auch bei jenen mehr Neigung zu Blutungen, namentlich aus den Lungen, dem Magen, beſonders aber aus dem Uterus.

Die Sanguification geht beim Manne kräftiger von ſtatten, indem die charakteriſtiſchen Blutbeſtandtheile, Cruor und Faſerſtoff, entſchieden in ſeinem Blute vorwalten. Dafür geht aber beim Weibe dieſer Proceß, ſowie die Chylusbildung raſcher vor ſich, und aus dieſem Grunde erträgt daſſelbe große Blutverlüſte beſſer als der Mann, und erſetzt auch die verlorne Blutquantität viel raſcher. Daher wirkt ein großer Blutverluſt auf das männliche Geſchlecht bei weitem ſchwächender, und läßt häufigere und dauerndere Folgen zurück; ſo iſt denn auch die Prognoſe der Meläna beim Mann viel ungünſtiger als beim Weibe, hingegen iſt wegen des energiſchern Sanguificationsproceſſes die Bleichſucht beim männlichen Geſchlecht ſehr ſelten, während ſie beim weiblichen eine ſo alltägliche Erſcheinung iſt, wie denn umgekehrt die ſogenannte Bluterkrankheit als faſt ausſchließliches Eigenthum des männlichen Geſchlechts erſcheint.

Aehnlich wie mit der Blutbereitung verhält es ſich auch mit der Ernährung; ſie geht beim männlichen Geſchlecht langſamer, dafür aber kräftiger vor ſich. Dieſes Geſchlecht erfordert demnach auch mehr Nahrungsſtoff; bei derſelben Nahrungs-Qualität und verhältnißmäßigen Quantität ernährt ſich das weibliche Geſchlecht beſſer, wie man ſolches in Jahren des Mißwachſes und Mangels gefunden hat; auch iſt ein weibliches Thier ſchneller und wohlfeiler zu mäſten, als ein männliches. Damit ſteht das raſchere Wachsthum, ſowie die raſchere Aufeinanderfolge der verſchiedenen Lebensperioden beim weiblichen Geſchlechte in Einklang.

Was die Secretionen betrifft, ſo ſind die dadurch gebildeten Stoffe beim männlichen Geſchlecht im Allgemeinen concentrirter, und zwar weil die Abſonderung im Verhältniß zur Bildung ſteht, und in demſelben Maße charakteriſtiſcher und complicirter erſcheint, als die Bildung energiſcher und eigenthümlicher von ſtatten geht. Beim weiblichen Geſchlecht iſt die Abſonderung des Fettes, ſo wie die mit der Geſchlechtsfunction in directer Beziehung ſtehenden Stoffe, namentlich der Milch, des Genitalienſchleimes copiöſer: aber dennoch erſcheinen dergleichen Secretionsſtoffe oft indifferenter als beim Manne, — indem dort ſowohl das Fett blaſſer, minder conſiſtent, milder ſchmeckend iſt, als auch die Genitalſecretionen weniger durch eigenthümlichen Geruch ſich auszeichnen. Hingegen ſind beim Manne die übrigen Abſonderungen, ſowohl diejenigen, welche zur Aſſimilation dienen, als auch ſolche, welche als Hauptausſonderungen ſich darſtellen, vermehrt; namentlich die Lungenexhalation, die Galle, der Harn. So iſt denn auch die Niere, Harnblaſe größer, und trotzdem ein größeres und häufigeres Bedürfniß den Harn zu laſſen; der Harn bildet einen ſtärkern Niederſchlag, enthält mehr Salztheile, — wie denn auch im Blute des Mannes der Salzgehalt vorherrſchend iſt, — hat größere Neigung zur Steinbildung und ein dunkleres Anſehen. Ebenſo verhält es ſich mit der Hautabſonderungsthätigkeit; ſowohl die Schweiß- als auch die Smegmaabſonderung iſt reichlicher, und dieſe Stoffe haben einen ſtärkern Geruch. Die Moſchusſecretion kommt nur beim männlichen Moſchusthier vor; der männliche Biber liefert mehr und ſtärkeres Bibergeil, als der weibliche; ähnlich verhält es ſich mit den Zibeththieren; auch liefert beim männlichen Biſamſchweine die Rückendrüſe mehr und ſtärker riechenden Biſam als beim weiblichen, und ebenſo verhält es ſich mit der Schläfendrüſe des Elephanten. Sogenannte ſchwi-

tzende Füße verbreiten beim männlichen Geschlecht einen viel stärkern Geruch, als beim weiblichen. Ganz besonders ist die Hornstoffabsonderung beim männlichen Geschlechte vorwaltend; die Epidermis ist dicker. Die Nägel sind beim Weibe weißer und durchsichtiger, dünner und biegsamer als beim Manne; die Haare weicher, und mit Ausnahme der des Hauptes, kürzer, spärlicher und geschmeidiger, — ja sogar fehlen sie an Backen, Mund, Kinn, an äußerer Seite der Arme, an äußerer und vorderer Seite der Ober- und Unterschenkel, auf Brust, sowie am Perinäum und um den After herum fast gänzlich, oder sind an diesen Stellen nur rudimentär. — Ganz besonders spricht sich bei den Thieren, vorzüglich bei den Vögeln, die Hornstoffbildung als Geschlechtseigenthümlichkeit aus. Der Löwin und der weiblichen Phoca jubata fehlt die Mähne, bei der Ziege ist der Bart nur klein, während derselbe beim Bocke sehr stark entwickelt ist; die Hörner sind im männlichen Geschlecht größer als im weiblichen, und fehlen hier gar oft. — Das Gefieder des männlichen Vogels hat eine gesättigtere Farbe als das des weiblichen, oft prunkt es dort mit dem schönsten Farbenschiller, während es hier einfarbig erscheint. Beim Männchen sind oft an einzelnen Körpertheilen, hauptsächlich auf dem Kopfe und Schwanze die Federn excessiv entwickelt, z. B. die Federbusch- und Schwanzdeckfedern des männlichen Pfau; manchmal ist eine eigenthümliche Befiederung des Männchen nur temporär, z. B. der Schopf und Kragen des Kampfhahns, der nur im Sommer vorhanden ist, im Herbst und Winter fehlt. Bei der männlichen Trappe sitzen starke Bartborsten zu den Seiten des Unterkiefers und beim Truthahn befindet sich ein starker Borstenpinsel auf der Brust, — weder das Trappenweibchen, noch die Truthenne zeigen eine Spur davon. Sogar sind die Insectenmännchen oft haariger, z. B. die Füße mehrer männlichen Lepidopteren und Hymenopteren mit starken Haaren oder Borsten besetzt. Auch in der Spornbildung offenbart sich eine stärkere Hornbildung. — Bei mehren Eidechsen ist das Männchen schöner gefärbt als das Weibchen und sogar auch bei Fischen ist solches oft der Fall, doch soll bei Syngnathus Ophidia das Weibchen schöner gefärbt sein. — Der Grund einer stärkern Hautabsonderungsthätigkeit beim männlichen Geschlecht erklärt sich wieder aus der vorherrschend individuellen Natur gerade dieses Geschlechts; es wird dadurch eine bestimmtere und schroffere äußere Begrenzung bezweckt, und solches zeigt sich sowohl in der defensiven Tendenz des Hornstoffgebildes, da wo es als Epidermis, als Haar erscheint, als auch in der offensiven, da wo es als Angriffswaffe, als Kralle, Sporn, Horn, sich gestaltet.

Das Nervensystem verhält sich bei den verschiedenen Geschlechtern in mancher Hinsicht verschieden. Zunächst hat eine genauere Untersuchung ergeben, daß der weibliche Kopf und namentlich auch das Gehirn zwar nicht absolut, aber doch im Verhältniß zum übrigen Körper etwas bedeutender ist, als der männliche; ferner, daß beim Weibe das Gehirn im Verhältniß zu den Nerven bedeutender ist als beim Manne, — demnach sind auch Schädelhöhle und Wirbelkanal geräumiger, und die Löcher zum Durchgang der Hirnnerven enger; — Geruchs- und Sehnerv machen eine Ausnahme und sind verhältnißmäßig stärker. Auch hat das Weib mehr Rückenmark und demgemäß einen größern Wirbelkanal; dabei sind aber auch gleichzeitig die Rückenmarksnerven, namentlich die der Rücken- und Lendengegend stärker und die zum Durchgang derselben bestimmten Löcher geräumiger; besonders stark erscheint das Beckengeflecht, — fast doppelt so stark als beim Manne, — sowie das obere Gekrös- und Grimmdarmgekrösgeflecht. Hinsichtlich der einzelnen Hirnpartieen erscheint beim Weibe der Hirnstamm kleiner, die Schädelbasis also enger, weß-

halb denn auch die Nervenurſprünge einander näher ſtehen, aber der Hirnmantel iſt größer, ebenſo die Zirbeldrüſe. Von den Hirnlappen ſind beim Weibe die hinteren, beim Manne die vorderen und unteren bedeutender, — daher bei dieſem das Vorderhaupt höher und breiter, bei jenem das Hinterhaupt im obern Theile des Hinterhauptsbeins und im hintern Theile der Scheitelbeine ſtärker vorragend. Ueberhaupt aber iſt beim Weibe Hirn und Schädel mehr gerundet, und ſelten oder nicht mit ſo bedeutenden einzelnen Hervorragungen und Vertiefungen verſehen, als beim Manne. Dabei iſt das weibliche Gehirn blutärmer, indem die Arterien kleiner und die zum Durchgang derſelben beſtimmten Schädellöcher enger ſind; demgemäß hat man auch bemerkt, daß Hirnentzündungen beim weiblichen Geſchlechte bei weitem ſeltener vorkommen, als beim männlichen. Im Allgemeinen iſt das Nervenſyſtem beim weiblichen Geſchlecht viel reizbarer als beim männlichen, und daher iſt es zu erklären, daß manche Nervenkrankheiten als Hyſterie, Veitstanz und Katalepſis jenem faſt eigenthümlich, andere, namentlich Epilepſie, Keichhuſten, Ohnmachten, bei ihm verhältnißmäßig viel häufiger ſind.

Die äußeren Sinne ſcheinen beim männlichen Geſchlecht mehr entwickelt. Das Auge iſt größer, vorragender, die Orbita geräumiger, die Augenbrauen ſtärker, buſchiger; der äußere Gehörgang weiter, mehr trichterförmig, — hingegen beim Weibe mehr cylindriſch, — das äußere Ohr dicker, länger und breiter; die Naſe geräumiger und ebenſo die Anhangshöhlen, als Stirn-, Keilbein-, Siebbein- und Oberkieferhöhlen; die Zunge dicker, breiter; die Fingerſpitzen breiter und ſtumpfer. In dem Thierreiche iſt ein ſolches Vorwalten der äußeren Sinne beim männlichen Geſchlecht oft ſehr grell ausgedrückt. Bei den Ameiſen ſind die Augen der Männchen ſehr groß, die der Weibchen klein, bei den Mutillen fehlen noch dazu den Weibchen die Nebenaugen gänzlich, bei Cancer gammarus galba (Hyperia) ſind die Augen bei den Männchen ſo groß, daß ſie zuſammenſtoßen, beim Weibchen hingegen bleiben ſie getrennt. Die Antennen ſind bei den Inſectenweibchen oft eigenthümlich geſtaltet, kürzer, manchmal aber auch länger, dann aber dünner, haben oft weniger Glieder oder Blätter. Bei mehren männlichen Arachniden ſind die Palpen im Verhältniß zu denen der Weibchen ſo ſtark entwickelt, daß ſelbige von Manchen als Sitz der männlichen Genitalien betrachtet wurden. — Im Allgemeinen kann angenommen werden, daß das Gemeingefühl weit reger beim weiblichen Geſchlecht, die Energie der eigentlichen Sinne aber beim männlichen ſtärker iſt.

Was nun die Seele betrifft, ſo giebt es überall keine Aeußerungsform derſelben, welche entweder dem Manne oder dem Weibe eigenthümlich, und nicht vielmehr beiden gemeinſchaftlich, wäre; aber wohl zeigen auch die pſychiſchen Aeußerungen beſtimmte geſchlechtliche Charaktere, und zwar derartig, daß in denſelben beim männlichen Geſchlecht ein vorzugsweiſe individueller, beim weiblichen ein vorherrſchend univerſeller Grundtypus zu erkennen iſt. Zunächſt ergiebt ſich bei genauerer Betrachtung, daß auch in pſychiſcher Hinſicht die weiblichen Individuen einander viel ähnlicher ſind als die männlichen, wie ſolches hinſichtlich der Körpergröße der Fall war. Entſprechend dem mehr univerſellen Charakter im Weibe, iſt die Empfindung in ihm vorherrſchend, — das Weib iſt mehr fühlendes Weſen; beim Manne herrſcht hingegen, wegen ſeiner größern Individualität, die Reaction vor, — er iſt mehr denkendes Weſen. Die Nerven werden beim Weibe ſchon durch ſchwache Reize verhältnißmäßig ſtark erregt, und eine ſolche Erregung zieht leicht den übrigen Organismus in Mitleidenſchaft. Der Mann wirkt hingegen vermöge ſeiner vor-

herrschenden Individualität stärker in bestimmter Richtung auf den Reiz zurück, er beschränkt ihn mehr durch eigene Reaction, assimilirt ihn demgemäß auch kräftiger, während beim Weibe, da die Reaction bei ihm nicht die gehörige Energie besitzt, der Eindruck schneller verschwindet: Das ist der Grund, weßhalb das Weib seine Schmerzensempfindungen im Allgemeinen weniger stark äußert als der Mann, so daß es den Anschein hat, als könne es Schmerzen an und für sich besser ertragen. Wie das Weib größere Empfänglichkeit für Eindrücke hat, nimmt es auch leichter Etwas in das Gedächtniß auf, aber das Gedächtniß ist bei ihm weniger treu, da das demselben Ueberlieferte, wegen verhältnißmäßig schwächerer Reaction, weniger assimilirt ist. Wegen der großen Regsamkeit hat das Weib viel Phantasie, aber dem Producte derselben fehlt, wegen zurückstehender Energie, die Kühnheit. Aus demselben Grunde ist das Urtheil rasch, die Unterscheidung dringt jedoch verhältnißmäßig weniger in die Tiefe, weßhalb das Weib guten und klaren Verstand hat, aber zu abstracten und metaphysischen Forschungen wenig geeignet und geneigt ist. Gemäß der Universalität ist beim Weibe die Sympathie, die Liebe, vorherrschend, beim Manne hingegen, wegen vorwaltender Individualität, der Antagonismus, der Haß, — und so ist denn jenes mitleidiger, mildthätiger, es ist sittlicher und religiöser, als der mehr rauhe, oft hartherzige, Alles vorzugsweise nach seinem Ich zu bemessen geneigte Mann. Er ist fest und beständig, sein Muth kühn und sein Entschluß bestimmt; er schwingt sich über das Kleinliche empor, hat weniger Eitelkeit als Stolz, und letzteres bezieht sich hauptsächlich auf sein Handeln und Schaffen; einem Freunde kann er Alles opfern. Der Charakter des Weibes ist mehr wankend, der Entschluß jedoch oft rascher; in Leiden ist es in der Regel gefaßter, und duldet im Allgemeinen die äußersten Drangsale und Widerwärtigkeiten mit größerer Standhaftigkeit als der Mann. Alles was das Gemüth hauptsächlich in Anspruch nimmt, wirkt vorzugsweise auf das Weib ein, und dadurch kann es zur größten Selbstverleugnung getrieben werden; aber so viel als möglich kehrt es alle Dinge zum besten, geräth deßhalb weniger in Verzweiflung, und verfällt weniger mit seiner Umgebung und mit sich selbst, — daher ist denn auch der Selbstmord bei diesem Geschlechte seltener als bei dem männlichen, und zwar im Verhältnisse von 1 : 3. Das Wesen des Weibes ist Liebe, aber weniger zum eigenen, als vielmehr zum andern Geschlechte und zu den hülfsbedürftigsten und zartesten Kleinen. Seine Tugend ist Unschuld der Seele und Reinheit des Herzens; innige Theilnahme und Mitleid seine Zierde.

Hiernach wäre denn nun auch die allgemeine Bestimmung der Geschlechter für das äußere Leben überhaupt zu beurtheilen. Soviel ist unzweifelhaft, daß die Bestimmung beider dieselbe ist, und daß beide dasselbe Ziel verfolgen; auch giebt es keinen Zweck, welcher dem einen oder andern Geschlechte ausschließlich eigen wäre. Aber das Ziel wird von jedem Geschlechte in eigenthümlicher Weise erstrebt. Fortpflanzung ist nur durch Cooperation beider möglich, jedoch hat an dieser Operation das weibliche Geschlecht unverkennbar mehr Antheil als das männliche. Zur zweckmäßigen Erziehung der Nachkommenschaft sollen beide gemeinschaftlich wirken, — aber unverkennbar wirkt in dieser Hinsicht das weibliche um so mehr, je mehr die Nachkommenschaft noch ihrem Ursprunge nahe steht. Das eigentliche Familienleben beruht auf gegenseitiger Unterstützung beider, sowohl in Bezug auf sich selbst, als auch in Betreff ihrer Nachkommenschaft, — aber unleugbar liegt dem Weibe die speciellere Sorgfalt für die Familienglieder ob, während der Mann mehr für die Familie als Ganzes sorgt. Dieser schafft gemäß seinem größern Wirkungsver-

mögen und Individualität für die Familie Sicherheit, Schutz und Subsistenzmittel, während jenes solche passend und verhältnißmäßig verwendet. Während so das Weib hauptsächlich das innere Familienverhältniß begründet, der Mann mehr das äußere, ist er zugleich das Verbindungsglied zwischen Familie und Familie, er hauptsächlich begründet den Staat. Von diesen Gesichtspunkten aus steht nun sowohl die Ansicht Derer zu erwägen, welche hinsichtlich der allgemeinen äußern Bestimmung die beiden Geschlechter zu weit auseinander hielten und meinten, das Weib dürfe sich nur in niederen Sphären bewegen, — sein einziges Ziel sei Erzielung der Nachkommenschaft und Besorgung von Küche und Keller, — als auch die Meinung Derjenigen zu würdigen, welche in vollem Ernst behaupteten, das Weib müsse ebenso und ganz zu gleichen Geschäften und Arbeiten erzogen werden, als der Mann. Die Geschichte besagt, daß in Künsten und Wissenschaften das ausgezeichnete Weib es nie soweit brachte, als der ausgezeichnete Mann; indeß beurkundet sie doch aber auch, daß schon manches Weib in den verschiedensten Zweigen derselben Schönes und Ausgezeichnetes geleistet hat. Schwierig bleibt es jedenfalls, thatsächlich zu entscheiden, in welchem allgemeinen Verhältniß die Leistungen der Männer und Weiber in genannter Beziehung zu einander stehen, da zwischen den den Künsten und Wissenschaften sich widmenden Männern und Weibern ein großes numerisches Mißverhältniß obwaltet, indem der Knabe und Jüngling ernstlich zu den Künsten und Wissenschaften angetrieben, das Mädchen aber die Küche und das Hauswesen zu seinem Universum zu machen, ermahnt wird. Soviel ist gewiß, daß der Mann nicht nur mehr Kraft besitzt, für das Aeußere zu wirken, sondern daß er auch seiner Natur gemäß ununterbrochen seine Wirksamkeit äußern kann, — während das Weib durch Menstrualfluß, Schwangerschaft, Wochenbett, Säugegeschäft, auf längere Zeit an wirklichen, ernsthaften geistigen oder sehr angreifenden körperlichen Beschäftigungen, verhindert wird. Demgemäß ist das Weib mehr für das geschlechtliche Verhältniß, und für das damit in nächster Beziehung stehende Familienleben bestimmt, wozu es wegen der sein ganzes Wesen beseelenden Liebe auch vorzüglich sich eignet, — wie besonders sein ganzes Benehmen, seine Geschicklichkeit, Manierlichkeit, Aufmerksamkeit und Beharrlichkeit in der Krankenpflege und ähnlichen Verhältnissen beurkundet. Dabei bleibt es aber Wahrheit, daß, je gebildeter, je mehr geistig cultivirt das Weib ist, selbiges, wenn es dabei seine Kräfte nicht aufs Spiel gesetzt, und seine eigentliche und Hauptbestimmung nicht verkannt hat, desto besser die Erziehung der Kinder, sowie das Haus- und Familienwesen zu leiten im Stande sein wird. Sogar muß die Wichtigkeit der geistigen Cultur des weiblichen Geschlechtes bei der Zeugung und Fortpflanzung hoch in Anschlag gebracht werden, indem es Thatsache ist, daß die Kinder in psychischer Hinsicht im Allgemeinen mehr der Mutter als dem Vater nacharten, wie solches auch die Nachkommenschaft dressirter Thiere beweiset. Nur das auch in geistiger Hinsicht gehörig entwickelte Weib wird seinen eigentlichen Beruf erkennen und denselben im Bewußtsein seiner edeln und erhabenen Bedeutung erfüllen, was von dem uncultivirten, oft bloß nach Instinkt, und bei obwaltenden Widerwärtigkeiten des Lebens, gar häufig nur aus Zwang geschieht. — Entfernt sich aber das weibliche Geschlecht von seiner eigentlichen Bestimmung, so hat es durch Schwächlichkeit und Kränklichkeit dafür zu büßen. So sucht namentlich Esquirol den Umstand, daß das Verhältniß der Geisteskrankheiten beim weiblichen Geschlecht gegen das männliche, in Frankreich weit stärker ist, als in den meisten anderen Ländern (indem sich vom J. 1807—1812 in mehren Hospitälern auf 448 geisteskranke Männer 700 geisteskranke Frauen fanden,

während in manchen anderen Ländern das Verhältniß sich gleich bleibt, oder wohl gar stärker auf die Seite der Männer überschwankt) hauptsächlich in der schlechten Erziehung der jungen Mädchen, im Lesen der Romane, in frühreifen Wünschen, in Phantasiegemälden, die sie nirgends finden, im Besuch der Schauspielhäuser, der geselligen Zirkel, im Mißbrauch der Musik und in der Unthätigkeit. — Eine gehörige und passende Ausbildung des Geistes bei entsprechender Entwicklung des Körpers hat aber nie Nachtheil gebracht, — und so ist denn auch der Culturzustand des Weibes und das Ansehen, welches das weibliche Geschlecht überhaupt sich erworben hat, zum Maßstab des Culturzustandes der Völker und Volksklassen geworden. Der nur für Jagd und Krieg Interesse habende Wilde gebraucht das Weib als Lastthier, dasselbe hat durch dieses sklavische Leben den Charakter wahrer Weiblichkeit und weiblicher Schönheit eingebüßt, weßhalb denn auch fast durchgängig die Weiber der Wilden häßlicher sind als ihre Männer.

Literatur.

K. F. Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft, Bd. 1, 2. Aufl. Leipz. 1836. — (W. v. Humboldt). Ueber den Geschlechtsunterschied und dessen Einfluß auf die organische Natur, in Schiller's Horen Bd. 1, Hft. 2. — (Derselbe). Ueber die männliche und weibliche Form. Daselbst. Hft. 3. — Troxler, Hermaphrodite, in seinen Versuchen in der organischen Physik, Jena 1804. 8. — M. Sebiz, de discrimine corporis virilis et muliebris. Argent. 1649. 4. — F. Thierry, an praeter genitalia sexus inter se discrepant? Par. 1750. 4. — J. F. Ackermann, über die körperliche Verschiedenheit des Mannes vom Weibe außer den Geschlechtstheilen, aus dem Lat. übers. von J. Wenzel. Mainz 1788. 8. — Ad. F. Nolte, diss. sistens momenta quaedam circa sexus differentiam. Gotting. 1788. 8. — Ch. Meiners, Geschichte des weiblichen Geschlechts. Hannover. 1788—1800. 8. — C. Metzger, momenta quaedam ad animalium differentiam sexualem praeter genitalia. Regiom. 1797. 8. — W. Russel, Physiologie des weiblichen Geschlechts, aus dem Engl. übers. von C. F. Michaelis, Berl. 1797. 8. — J. H. F. Autenrieth, Bemerkungen über die Verschiedenheit beider Geschlechter und ihrer Zeugungsorgane, in Reil's Archiv für Physiologie. Bd. 7. — I. C. Moreau de la Sarthe, histoire naturelle de la Femme. Par. 1808. 8. (bearbeitet von Rink und Leuke. Leipz. 1810. 8.) — K. A. Rudolphi, Beiträge zur Anthropologie und allg. Naturgeschichte. Berl. 1812. 8. — L. Leo, Observationes de sexuum praeter genitalia differentia. Regiom. 1815. 8. — J. F. Meckel, System der vergl. Anatomie. (Bd. 1. Geschlechtsverschiedenheiten) Halle 1821. 8. — L. J. C. Mende, Ausführliches Handbuch der gerichtlichen Medizin. Bd. 4. Leipzg. 1826. 8. — C. F. Schmidt-Phiseldeck, das Menschengeschlecht auf seinem gegenwärtigen Standpunkte. Kopenhag. 1827. 8. — Ch. Giron. de Buzareingues, über Volumverhältnisse der beiden Geschlechter im Thierreich, in Froriep's Notizen. Bd. 23. Nro. 6. — W. Adam, über männl. und weibl. Skelett in London and Edinburgh philos. Journal. 1833. A. Quetelet, sur l'homme et le développement de ses facultés. Un essai de physique sociale. 2 Vol. Bruxell. 1836. 8. Außerdem aber noch die entsprechenden Artikel in den verschiedenen Hand-, Lehr- und Wörterbüchern der Naturgeschichte, Physiologie, Anatomie und Medizin.

A. A. Berthold.

Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers *).

Gewebe nennt man diejenigen anatomischen Elementartheile des thierischen Körpers, welche durch ihre gleichartige oder ungleichartige Aneinanderfügung die Organe der Pflanzen, der Thiere und des Menschen zusammensetzen. Bei dieser vagen Begriffsbestimmung können sie entweder die letzten

*) Ich glaube es dem Leser schuldig zu sein, hier kurz den Plan andeuten zu müssen, nach welchem ich den folgenden Artikel ausgearbeitet habe. Schon die Nothwendigkeit, ein Resumé einer Wissenschaft, welche in einem starken Bande kaum vollständig in ihren Grundzügen umfaßt werden kann, in wenigen Bogen zu liefern, legte mir die Verpflichtung auf, so kurz als möglich zu sein und einzelne Capitel, wie z. B. die Lehre von den Geweben der Gefäße, der Knorpel und Knochen, der Zähne u. dergl., deren Ausführung rücksichtlich ihres Verhaltens in der Thierwelt fast eben so viel Raum, als der ganze Artikel haben konnte, erfordern würde, mehr andeutungsweise und mit fast bloßer Berücksichtigung des Körpers des Menschen und der Haussäugethiere darzustellen. Aus gleichem Grunde habe ich das Litterarische nur da, wo es Erfahrungen, die ich aus eigener Anschauung nicht geben konnte, betraf, berücksichtigt. Denn alle Thatsachen, welche ohne Nennung eines Namens angeführt worden, beruhen auf eigenen Beobachtungen, die fast durchgängig für diesen Artikel gemacht oder wiederholt wurden. Die nothwendige Kürze bedingte es auch, daß ich die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Gewebe nur gleichsam nebenbei berührte oder auf bekannte, diese Gegenstände specieller behandelnde Werke verwies. Da mein Lehrer Purkinje einen eigenen leitenden Artikel: Zellentheorie liefern wird, so habe ich diesen allgemeinern Theil der Geweblehre nur flüchtig und so weit mir unerläßlich schien, berührt und in dem dadurch gewonnenen Raume lieber einige Bemerkungen über die specielle Geweblehre des Menschen als dritten Abschnitt hinzugefügt. Es versteht sich von selbst, daß dieser auf Vollständigkeit nicht den entferntesten Anspruch macht. Da dasjenige, was wir über die feinere Anatomie des Nervensystemes und des Gefäßsystemes des Menschen wissen, theils in der zweiten Abtheilung angeführt worden ist, theils mehr in die descriptive Anatomie und die Lehre von der Hirnfaserung, der Blutgefäßverbreitung und dgl. gehört, so habe ich diese Capitel so gut als gänzlich übergangen und so mehr Platz für die übrigen Systeme des menschlichen Körpers gewonnen. Es schien mir, daß durch diesen Anhang der Artikel an praktischer Brauchbarkeit vielleicht gewinnen dürfte. Das Physiologische ist nur so kurz, als möglich, in dem zweiten Theile hinzugefügt worden, da ich in Betreff des dritten keinen Versuch wagen konnte es einzuschalten, ohne entweder zu weitläufig zu werden oder ohne nur in jeder Beziehung Ungenügendes zu liefern. Die in dem verflossenen Jahre erschienenen drei allgemein anatomischen Werke von Krause, Bruns und Henle sind natürlicher Weise bei Ausarbeitung dieses Artikels schon benutzt worden. Ich konnte mich aber hier auf keine specielleren Bemerkungen über einzelne, in denselben vorkommende Details einlassen. Mehre, welche mir aus meinen Beobachtungen und Ansichten zu resultiren scheinen, sollen in dem diesjährigen (dem 7ten) Bande des Repertorium geliefert werden. In den Abbildungen suchte ich die wichtigsten Objecte wiederzugeben, habe dagegen mehre z. B. die Darstellung der Linsenfasern, der Schmelzfasern u. z. Thl. der Fasern des elastischen Gewebes hinweggelassen, weil sie durch Zeichnungen sich nicht so vorführen ließen, daß das Portrait ein getreues Bild der Natur hervorrief. Obgleich es für die Schraffirung und den Ausdruck kleiner Details bisweilen nothwendig wird, daß man die Zeichnung etwas größer entwirft, als man sie unter dem Mikroskope sieht, so habe ich doch die von einzelnen

mit dem bewaffneten Auge noch wahrnehmbaren morphologischen Elemente darstellen oder selbst erst wiederum aus solchen bestehen. Die von ihnen handelnde Wissenschaft, die Geweblehre, (Histiologia s. Histologia) zerfällt aber in drei Haupttheile, von denen der erste die allgemeinen Eigenschaften der Gewebe überhaupt schildert, der zweite die einzelnen Gewebe ihren generelleren Merkmalen nach erörtert und der dritte sich mit der speciellen Darstellung der Gewebeverhältnisse einzelner organischer Wesen oder einzelner Apparate von diesen beschäftigt. Die beiden ersten Partien bilden zusammen die allgemeine Geweblehre, die man auch wohl mit dem Namen der allgemeinen Anatomie bezeichnet, obgleich in diese nach einer andern Begriffsbestimmung die Erläuterung der allgemeinen Organisationsplane gehört. Die dritte Abtheilung ist die specielle Geweblehre.

1. Allgemeine Betrachtungen über die Gewebe des thierischen Körpers.

Alle Elementartheile, welche man mit dem Namen der Gewebe bezeichnet, sind für das freie Auge nicht unterscheidbar und bedürfen daher zu ihrer Darstellung der Beihülfe des Mikroskopes. Bisweilen jedoch werden sie schon dadurch, daß sich größere Mengen derselben entweder rein oder mit geringeren Beimischungen anderer Gewebe zusammenhäufen, unmittelbar kenntlich, während anderseits Theile, die uns auf den ersten Blick aus einem Gewebe zu bestehen scheinen, entweder ungleichartige Gewebe oder heterogene Gewebeelemente enthalten. Das Muskelgewebe wird uns z. B. schon ohne alles künstliche Mittel wahrnehmbar, weil sich hier neben dem sparsamern zellgewebigen Perimysium mit den Blutgefäßen und Nerven eine größere Menge von Muskelfasern an einander lagern. Die scheinbare Einfachheit der Textur der mittlern Arterienhaut lös't sich dagegen unter dem Mikroskope in eine Menge verschiedener Gewebeelemente auf. Zwei scheinbar gleiche Stückchen ächten Knorpels zeigen vergrößert oft die heterogensten Formen von Knorpelzellen und Knorpelkörperchen u. dgl. mehr. Für die Zergliederuug der meisten Punkte der Geweblehre reichen unsere gegenwärtigen Mikroskope allerdings aus. Allein für eine große Menge feinerer Details sind sie entweder zu schwach oder geben Bilder, welche verschiedenartige Deutungen erlauben. Rechnet man noch die durch Mangel an Uebung entstehenden Fehler und den Umstand, daß sich bisweilen die belehrendsten Anschauungen nur selten und gleichsam zufällig darstellen, hinzu, so dürfte es wenig in Erstaunen setzen, daß fast in keiner Wissenschaft so viele Widersprüche existiren und daß schon widerlegte Irrthümer mit solcher Zähigkeit festgehalten werden, als in der Geweblehre, vorzüglich des thierischen Organismus.

Die Größe der Gewebtheile richtet sich nicht nach der Größe des Geschöpfes, welchem sie angehören, sondern nach anderen meist unbekannten Verhältnissen, während z. B. die großen Wiederkäuer sich durch relativ sehr kleine Blutkörperchen auszeichnen, besitzen die der geschwänzten und schwanzlosen Batrachier ein verhältnißmäßig sehr bedeutendes Volumen und werden die von Proteus und Siren und wahrscheinlich aller Perennibranchiaten so

---

Forschern besonders geliebten kolossalen bildlichen Darstellungen mikroskopischer Objecte vermieden, weil sie denjenigen, welcher selbst keine Untersuchungen der Art anstellt, nur täuschen, dem Kenner dagegen nicht mehr als kleinere Zeichnungen liefern.

groß, daß man sie schon mit freiem Auge als Pünktchen unterscheiden kann. Neben den kleinen kugeligen und mit einem sehr feinen Schwanze versehenen Spermatozoen der Knochenfische erscheinen die langen Samenfaden der Schnecken wie Riesen. Berücksichtigen wir nun die Breite der quergestreiften Muskelfasern, so stehen die Crustaceen, die Insecten, die Cirrhipoden, in Betreff dieser Gebilde, nicht nur keinem Wirbelthiere nach, sondern übertreffen sogar viele derselben. Auch bei einem und demselben Thiere kann die Größe der Gewebtheile sowohl beim Erwachsenen, als im Laufe des Entwickelungslebens schwanken. Während wir auf das Letztere in der Folge zurückkommen werden, erinnern wir hier nur an die Breitenvariationen, welche benachbarte Muskelfasern, Nervenfasern, Pigmentzellen, Knorpel- und Knochenkörperchen, Nervenkörper u. dgl. darbieten. Selbst die Bestimmtheit, mit welcher einzelne Gewebtheile ausgedrückt sind und der Widerstand, den sie äußeren störenden Einflüssen entgegensetzen, ist sehr variabel. Nach Verschiedenheit der Elemente scheint bald größere Renitenz, bald größere Zartheit ein Zeichen höherer Ausbildung zu sein. Neben den so sehr vergänglichen centralen Nervenkörpern des Menschen und der meisten Wirbelthiere stellen sich z. B. die der Perennibranchiaten, diejenigen, welche in dem elektrischen Lappen der Zitterrochen vorkommen, fast als unverwüstlich dar. Umgekehrt leisten die Nervenkörper und zum Theil die Nervenprimitivfasern der meisten wirbellosen Thiere der Einwirkung des Wassers, des Weingeistes u. dergl. mehr Widerstand, als die der Wirbelthiere. Neben den so zarten Flimmerzellen der Adergeflechte der Embryonen der Wiederkäuer und zum Theil der Vögel bieten die der Frösche eine sehr bedeutende Renitenzkraft gegen Wasser dar. Selbst auf den Absatz scheinbar rein unorganischer Krystallisationen haben individuelle Verhältnisse wesentlichen Einfluß. In den Kreidemassen z. B. der Embryonen der Batrachier und Schlangen, in denen junger Frösche finden wir die Zahlen der größeren Krystalle weit vorherrschender, als in der Kalkmasse des Gehörorgans des Menschen.

Nach unserem gegenwärtigen Wissen bilden die Elementartheile des entwickelten thierischen Organismus verschiedenartige Krystalle, einförmige Substanzen, Körnchen, Nuclei, Zellen, Fasern und durchsichtige Membranen, können aber sowohl im Laufe ihrer Entwickelung, als auch permanent theils heterogene Elemente der Art, theils Mittelbildungen zwischen der einen und der andern Form darstellen. Auch hier ruft die Individualität sehr bedeutende Verschiedenheiten und Uebergänge hervor. Denken wir uns, wie es bei einer klaren und vorurtheilsfreien Anschauung durchaus nothwendig ist, die Gestalten der organischen Theile als die Resultate einer durch eine höhere Lebensidee bedingten Combination physikalischer und chemischer Processe, so müssen die Formen sich sogleich ändern, sobald nur geringe mit unseren Sinnen noch lange nicht wahrnehmbare Verschiedenheiten der Substanzen und Einwirkungen eintreten. Es müssen solche feine, mehr aus den Formveränderungen zu errathende, als physikalisch und chemisch irgend nachweisbare Prämissen bedingen, ob ein Complex von Materien, welcher einen Gewebtheil bildet, als körnige oder als helle aufgelöste Masse, als Zelle oder als Faser oder als structurlose Membran erscheint. Daher muß es dann kommen, daß dieselben Gewebe bei verschiedenen Theilen und verschiedenen Thieren oft differente morphologische Elemente und scheinbar verschiedene Entwickelungsweisen darbieten. Deshalb sind wir bei der stets weiter gehenden Untersuchung der Entwickelung der Thiere genöthigt, immer

mehr zu specialisiren und uns in eine unendliche Menge differenter Details zu vertiefen, bis endlich wieder ein allgemeines morphologisches oder physikalisch-chemisches Resultat auftritt und als Leitstern aus dem scheinbaren und oft wirklichen Labyrinthe führt. Unsere gegenwärtigen mikroskopischen Studien, für welche unsere chemischen Hülfsmittel fast durchgängig noch zu roh und unvollständig sind, befinden sich beinahe gänzlich auf dem kindlichen Standpunkte der vielen Detailanschauungen und wir selbst sind noch bloße Sammler der zahlreichen räthselhaften Phänomene, welche vielleicht zum Theil die Nachwelt in bessere Uebersicht zu bringen im Stande sein wird. Denn so sehr es einerseits der verallgemeinernden Tendenz unsers Geistes widerstrebt, so führt doch unsere gegenwärtige Geweblehre und unsere actuelle mikrologische Entwickelungsgeschichte darauf hin, wenigstens sehr viele Processe nur mit Rücksicht auf einzelne Thiere und einzelne Theile zu schildern.

Gleichwie die äußere Form der Gewächse von denen der meisten Thiere abweicht, gleichwie die Organe und Functionen in den beiden organischen Naturreichen größtentheils sehr verschieden sind, so erscheinen auch die Gestalten, welche die ausgebildeten Gewebe darbieten, sehr different. Hielten wir uns nur an das Urtheil des freien, unbewaffneten Auges, so würde gar keine haltbare Analogie auffindbar sein. Das Mikroskop dagegen zeigt uns in den Gewächsen als constitutive Elemente Zellen, d. h. Gebilde, welche von einer eigenthümlichen Wandung begrenzt und in sich abgeschlossen sind, und innerhalb ihres begrenzten Innenraumes ein meist zuerst tropfbar und später oft elastisch flüssiges Contentum mit oder ohne solide Körper einen Zelleninhalt darbieten. Unter den festeren Körpern zeichnet sich ein meist größeres, häufig rundes Körperchen, der sogenannte Kern (Nucleus), der eine besondere Geneigtheit hat, an der Innenfläche der Zellenwand anzuwachsen und hier selbst noch bisweilen von einer Wandungslamelle überzogen wird, aus. In ihm gewahrt man oft ein oder mehre besonders hervortretende Körperchen, die Kernchen oder Kernkörperchen (Nucleoli). Die anfangs äußerst zarten Zellen vermehren, abgesehen von den verschiedenen Veränderungen ihres Inhaltes, die Stärke ihrer Wandungen durch Intussusception neuer Stoffe. An der Innenfläche dieser primären Zellenmembran entstehen oft secundäre Ablagerungen, theils von mehr weicher Consistenz als sogenannte Verdickungen, theils von härteren, holzigen Substanzen als Verholzungen. Die Absetzung dieser Stoffe erfolgt spiralig und erscheint entweder continuirlich oder unterbrochen, in letzterm Falle in ringartigen oder schraubenförmigen oder netzförmigen Gestalten. Erreichen die in den verschiedenen über einander liegenden, weichen oder härteren Lamellen befindlichen Maschenräume eine gewisse Kleinheit, so erscheinen sie im Ganzen kanalförmig als sogenannte Porenkanäle, welche aus dem Lumen der Zelle nach der primären Zellenwand hinführen, hier aber durch diese verschlossen werden, obgleich auch vorzüglich an Zwischenwänden über einander gestellter Zellen der Fall eintreten kann, daß die doppelte primäre Zellenwand resorbirt wird und wahre Communicationsöffnungen entstehen. In benachbarten verdickten und verholzten Zellen entsprechen die Porenkanäle einander. Was man als Pflanzengefäße (mit Ausnahme der sogenannten Lebenssaftgefäße, deren Bildung und Entstehung noch sehr dunkel ist) bezeichnet, sind nur in einer fortlaufenden Linie an einander gefügte, verlängerte, verholzte Zellengruppen. Zwischen den Zellen bleiben oft mit Saft oder Luft gefüllte Räume, die man mit dem Namen der Intercellulargänge bezeichnet, übrig. Findet sich zwischen den Zellen eine in der Re-

gel dichtere und glashelle Substanz, so nennt man sie Intercellularsubstanz. Oft erscheinen noch zwischen den Zellengruppen eigenthümliche Lücken, die entweder, wie bei dem strahligen Zellgewebe, durch die Form der Zellen selbst hervorgerufen werden, oder durch ein reguläres Auseinanderweichen der Zellen oder durch secundäre Zerreißung oder anderweitige Zerstörung meist ausgedienter Zellen entstehen. In der ersten und dritten Classe von Räumen finden wir dann meist Luft; in der zweiten theils solche, theils eigenthümliche Säfte verschiedener Art. — Durch eine genauere mikroskopische Untersuchung der ausgebildeten thierischen Gewebe lassen sich Formen einzelner Elemente auffinden, die entweder im Allgemeinen oder selbst in untergeordneten Details eine bedeutende Gestaltanalogie mit den Pflanzengeweben darbieten. Die verschiedenen thierischen Zellen, welche wir in den Pflasterepithelien, in der Rückensaite, in der ächten Knorpelsubstanz, bei dem Pigmente und dergl. vorfinden, erinnern bald mehr, bald minder, wenn sie rund sind, an das Merenchym, wenn sie eine polygonale Gestalt haben, an das parenchymatische Zellgewebe der Gewächse. Regulär verästelte Pigmentzellen rufen oft eine entferntere Aehnlichkeit mit dem vegetabilischen Actinenchym hervor. Ist die Knorpelmasse mit runden Knorpelzellen ausgefüllt, während in den zwischen diesen übrigbleibenden Interstitien einförmige, meist helle Grundsubstanz existirt, so haben wir hier ein vollständiges Bild, wie wir es bei der Intercellularsubstanz der Gewächse finden. Die zelligen Abtheilungen vieler Thierhaare bilden eine gewisse Formanalogie mit manchen Pflanzenhaaren und dgl. mehr. Auch mit den Verdickungs- und Verholzungsformationen der Vegetabilien zeigen sich mehrfache scheinbare oder wirkliche Uebereinstimmungen. Kleinere Arterien (s. unten bei dem Gefäßsysteme) bieten bisweilen unter gewissen Verhältnissen mittelst ihrer Cirkelfaserschicht ein den Ring- oder Spiralfaserbildungen entfernt ähnliches Bild dar. Durch eine helle, durchsichtige, dünne Membran verbundene elastische Fasernetze, wie sie vorzüglich in den Wandungen der Schlagadern vorkommen, so wie die Formen des elastischen Gewebes, wo das Ganze eine mit rundlichen bis länglichrunden scheinbaren Löchern versehene Haut darstellt, erinnern lebhaft an gewisse Formen netzförmiger Verholzungen von Pflanzengeweben. Sollte der Fall in der That vorkommen, daß jene Oeffnungen wahrhaft durchbrochen und nicht durch eine sehr dünne Haut geschlossen sind, so würde in dem thierischen Organismus der schon oben erwähnte Fall wiederkehren, daß wie bei den Pflanzengeweben bisweilen die primäre Schlauchmembran schwindet und so wahre Communicationslöcher entstehen. Die Röhrchenmembranen des Hautskelettes und innerer rudimentärer Skeletttheile der Decapoden bilden polygonale Zellen, deren doppelte an einander liegende Zwischenwände hell erscheinen, während innen jede Zellenwandung eine Reihe regulär gestellter Röhrchen, welche in mehrfacher Beziehung den Porenkanälen der Pflanzenzellen gleichen, darbietet und dgl. mehr. Allgemeiner zeigt sich ein anderer Theil, der bei den Gewebeverhältnissen der Pflanzen, wie der Thiere eine sehr wichtige Rolle spielt. Es ist dieses der Kern (Nucleus), der schon oben bei den vegetabilischen Zellen erwähnt wurde. Ein großer Theil der in permanenter reiner oder modificirter Zellenform erscheinenden thierischen Gewebe, wie z. B. die Epithelien, viele Hornbildungen, die Pigmentzellen, die Knorpelzellen und dgl. bieten ihn meistentheils dar. Wie bei den Gewächsen seine Solidität und selbst seine Existenz mit den Verdickungs- und Verholzungsbildungen in umgekehrtem Verhältnisse steht, so sehen wir auch die thierischen Nuclei um so heller er-

scheinen, je mehr z. B. bei den Horngeweben die Zellenwandungen verhornt sind, je mehr Pigment die Pigmentzellen enthalten u. dgl. mehr. Gleichwie der pflanzliche Nucleus Kernkörperchen enthält, so bieten auch die thierischen Kerne oft solche dar. Auch zwischen den mikroskopischen Elementen der Milchsäfte der Gewächse und denen der Thiere treten mehrfache Formähnlichkeiten hervor. Alle diese Gestaltanalogien jedoch betreffen mehr einzelne herausgerissene Beispiele, während eine sehr große Menge der thierischen Gewebtheile durchaus eigenthümliche Formen darbietet. Hierher gehören z. B. die einfachen Membranen, zum Theil die Linsenfasern, die Fadencylindergewebe, die Muskelfasern, die Nervenfasern u. dgl. mehr. Der größte Theil der oben erwähnten Analogien wurde schon früher erkannt. Auf die Aehnlichkeit der Epithelialzellen und anderer thierischer Zellen mit den Pflanzenzellen, der Röhrchenmembran des Flußkrebses mit den Verholzungsbildungen u. dgl. war schon früher ausdrücklich aufmerksam gemacht worden. Von dieser Analogie geleitet war die Benennung des Kerns für die entsprechenden thierischen Theile eingeführt worden, als darauf Schwann, vorzüglich durch Schleiden's Beobachtungen über die Entstehung der Pflanzenzellen angeregt, die Erkenntniß der thierischen Gewebtheile wesentlich dadurch förderte, daß er es zuerst allgemein aussprach und durch allgemeinere Beobachtungen am Embryo nachzuweisen suchte, daß primär alle thierischen Gewebe aus kernhaltigen Zellen hervorgehen, daß selbst diejenigen von ihnen, welche später gar keine Analogie mit Pflanzengeweben darbieten, ursprünglich ihnen mehr oder minder analoge Formen zeigen und daß die Zelle der Grundtypus der Elementartheile beider organischen Reiche, gewissermaßen für sie dasjenige, was für die unorganischen Stoffe die Krystallbildung sei. Zuerst schienen die Beobachtungen sich darin zu concentriren, daß überall um Kerne Zellen entstünden und daß diese sich nur selbstständig vergrößerten, wie z. B. bei den Pflasterepithelien, oder sternförmige Aeste trieben, wie bei den Pigmentzellen, oder Porenkanälen ähnliche Röhrchen in sich erzeugten, wie bei der Röhrchenmembran, oder daß ihre ferneren Metamorphosen auf einer Bildung von Zellen in Zellen beruhten, wie in den ächten Knorpeln, oder daß eine zweite (oder selbst mehrfache) Zellenumlagerung stattfände, wie bei den Nervenkörpern und dem Eie, oder daß die Zellen sich confervenartig aufreihten, ihre Zwischenwandungen verlören und durch Veränderung ihrer Seitenwände das Gewebe hervorbrächten, wie bei den quer gestreiften Muskelfasern, oder einen eigenthümlichen Inhalt producirten, wie bei den Nervenfasern, oder auf der Stufe platter kernhaltiger Zellen mehr oder minder stehen blieben, wie bei den einfachen Muskelfasern oder zu osculirenden Röhren würden, wie bei den Capillargefäßen, oder zu später permanenten oder ihre Nuclei verlierenden und sich bisweilen durch Längentheilung in Fäden sondernden Zellenfasern umänderten. Zugleich führten die im Anfange gemachten Beobachtungen zu der Erkenntniß, daß der Kern nur etwas Relatives sei und selbst unter mancherlei Verhältnissen zu einer Zelle werden könne. Allein spätere fortgesetzte Untersuchungen zeigten, daß die bloße Circumposition um einen Kern nicht der einzige Typus der Zellenbildung ist, daß verschiedene Zellenbildungsformationen in einem Gewebe wechseln oder neben einander vorkommen können, daß vielleicht der Kern ohne vorherige Verwandlung in eine Zelle zur Erzeugung von Faserbildungen bisweilen diene, daß wahrscheinlich einzelne Gewebetheile ohne unmittelbar vorhergegangene Zellenbildung entstehen und daß das Kernkörperchen sehr häufig gar nicht primär oder überhaupt nicht er-

stire. Wie so oft, so ist auch hier wiederum die Wissenschaft offenbar im Begriffe, cyklisch zu einem frühern, jedoch weiter fortgeführten Standpunkte zurückzukehren. Wenn man einst nach Untersuchungen mit weniger guten Mikroskopen von Entstehung der Gewebe aus Körnchen sprach, so meinte man häufig die durch ihr saturirteres Aussehen auffallenden Kerne, häufig dagegen die Zellen selbst. Gegenwärtig führen alle Verhältnisse dahin, daß den meisten Geweben primär Kerne mit oder ohne Zellen und nur vielleicht sehr wenigen Zellen ohne Kerne zum Grunde liegen. Statt einer mehr einseitigen Zellentheorie stellt sich eine vielseitigere Auffassungsweise nach Zellen, Kernen und vielleicht noch anderen eigenthümlichen Grundkörperchen heraus. Eine möglichst kurze Erörterung dieser Verhältnisse muß aber der Schilderung der vollendeten Gewebe vorangeschickt werden.

Gerade die erste Bildung der Zellen entgeht meistentheils der Beobachtung gänzlich und wird fast immer theoretisch erschlossen und selten wahrhaft gesehen. Daher auch sehr viele Widersprüche in dieser Beziehung auftreten. Während man früher eine mehrfache Art der Zellenerzeugung im Pflanzenreiche, vorzüglich durch selbstständige primäre Zellenbildung, durch Anwachsen neuer Zellen und durch Erzeugung von Zellen in Zellen statuirte, glaubt Schleiden zu dem Resultate gelangt zu sein, daß die Entwickelung aller Pflanzenzellen auf Einem Principe, auf dem der heterogenen Umlagerung beruhe, daß, wo sich der Proceß genau verfolgen läßt, um ein oder mehre Kernkörperchen Körnchen sich niederschlügen, durch Verbindung oder Verschmelzung den Kern oder Cytoblasten bildeten und daß um diesen in einer mehr einseitigen Richtung Zellen entstehen. Die fernere Vermehrung der letzteren erfolgt dann dadurch, daß sich in dieser primären Mutterzelle neue Zellen erzeugen und daß mit vergrößerter Ausbildung derselben die Mutterzelle verschwindet Diese Angabe beruht zunächst auf den Untersuchungen, welche über die erste Organisation des Pollenschlauches zum Embryo gemacht wurden. Auch in dem Punctum vegetationis, dessen Zellen sich leichter durch Anwendung von Salpetersäure von einander trennen, sah Schleiden Anzeigen deutlicher endogener Zellenbildung. Nebenbei führt er nur noch die von Mohl bei Conferven beobachtete Zellenvermehrungsweise durch Theilung der Zellen vermittelst der Bildung von Querscheidewänden an und läßt es dahin gestellt, ob diese Art der Fortbildung auch bei den höheren Pflanzen vorkommt. Bedenken wir aber, daß die Zellenerzeugung und vorzüglich die Zellenvermehrung bei den meisten anderen pflanzlichen Theilen noch zeitgemäßer Beobachtungen bedarf. Daß sich bei einzelnen, wie z. B. bei den sich verlängernden Haaren eine Erzeugung von Zellen in Zellen schwer denken läßt und daß nach dem, was wir bei den thierischen Geweben sehen, die Existenz von Cytoblasten in jungen Zellen nicht immer nothwendig für eine beschränkte Art der Zellenentstehung zeugt, so dürfte es wohl leicht möglich sein, daß früher oder später die Pflanzenphysiologie ebenfalls einen Turnus macht und eine mehrfache Entstehungsweise der Zellen statuirt. Für die Vermehrung von Confervenzellen durch Erzeugung von neuen Querscheidewänden, dadurch bewirkte Trennung von neuen Zellenräumen und longitudinale Verlängerung derselben, sprechen auch die neuesten, noch nicht publicirten vielfältigen Untersuchungen von Shuttleworth, nach welchen das Oscilliren der Oscillatorienfäden nur auf diesem Wege erzeugt wird und so ein bloßes Wachsthumsphänomen ist. Lassen wir aber diese uns ferner liegenden Discussionen bei Seite, so concentriren sich die über die Entwickelung der thierischen Gewebe vorliegenden

Erfahrungen darin, daß hier eine mehrfache Zellenentſtehung und eine vielſeitigere Zellenentwickelung exiſtirt und daß verſchiedene Bildungsweiſen neben einander vorkommen, in Einem Gewebe erſcheinen und zum Theil in einander übergehen können. 1) Es bildet ſich ein feſterer Kern. Um dieſen erſcheint dann eine helle dünnwandige Zelle, welche ſich ſpäter individuell ausbildet. Wahrſcheinlich immer entſteht hier zuerſt oder gleichzeitig mit dem erſten rudimentären Zelleninhalte die begrenzende Zellenmembran. a) Die urſprüngliche Zelle bleibt und vergrößert ſich nur auf eigenthümliche Art wie z. B. bei den Pflaſterepithelien. b) Sie umlagert ſich mit einer zweiten Zelle, und wird hierdurch gewiſſermaßen zum Nucleus, während ihr Kern in die Bedeutung eines Kernkörperchens zurückſinkt; wie z. B. bei den Nervenkörpern, dem Eie. c) Es erzeugen ſich innerhalb der primären Zelle durch Hohlwerden von kernartigen Körpern oder durch ſelbſtſtändigere Formationen neue Zellen, ſo daß bei dieſer endogenen Zellenbildung die erſtere zur Mutterzelle wird und entweder ſpäter ſchwindet, wie wahrſcheinlich bei den erſten Veränderungen des Keimbläschens nach der Befruchtung (Barry und zum Theil Biſchoff und C. Vogt) oder in die Bildung der Grundſubſtanz eingeht, und ſich hier fernere Verdickungs- und Verſchmelzungsveränderungen verbinden, wie bei den ächten Knorpeln. d) Es reihen ſich die um die Kerne gebildeten Zellenſubſtanzen longitudinal an einander und verſchmelzen mit einander oder erſcheinen ſo frühzeitig in Form von faſerigen Gebilden, daß man faſt immer oder immer nur einerſeits Kerne oder anderſeits mit Kernen verſehene Faſern beobachtet. Hierbei werden die zuerſt rundlichen Nuclei in der Regel länglichrund, um ſo heller und blaſiger, je mehr Subſtanz an den primären Zellenwandungen (quergeſtreifte Muskelfaſern) oder in dem Zelleninhalte (Nervenfaſern) abgelagert wird und ſchwinden endlich ganz oder ſie erhalten ſich längere Zeit ſaturirter und vergehen erſt kurz vor der longitudinalen Theilung der Faſern in Fäden (Zellgewebe und zum Theil muskulöſe Faſern) oder bleiben ſogar permanent (einfache Muskelfaſern, graue Faſern der Nerven). 2) Bei den unter Nr. 1. genannten Umlagerungsverhältniſſen iſt der primäre Zelleninhalt ſelbſt gleichartig und flüſſig. Nach Bergmann würden nun aber bei der Dotterzerklüftung der Batrachier Haufen des frühern Einhaltes ſich gruppiren, mit einer Haut umgeben und ſo zu Zellen werden. Es fände ſo eine Circumpoſition der Zellenbegrenzung um einen ſolidern Zelleninhalt, ſei es, daß dieſer noch einen Kern beſäße oder nicht, Statt. Da dieſe Erfahrungen jedoch, von C. Vogt nach neuen Unterſuchungen beſtritten werden, ſo müſſen wir dieſen Punkt vorläufig unentſchieden laſſen, können aber überhaupt in der ganzen Bergmann'ſchen Sache nichts weiter ſehen, als Circumpoſition um einen mit feſteren Körperchen verſehenen Inhalt[1]). 3) Es entſteht zuerſt eine einfache Zelle, in welcher erſt ſpäter ſecundär der Kern ſichtbar wird. Dieſer Fall kann in zwei verſchiedenen Modificationen auftreten. a. Die urſprünglich erzeugte Zelle läßt anfangs gar keinen Kern wahrnehmen. Ein ſolcher tritt erſt ſpäter hervor. Dieſer Fall findet ſich nach den Beobachtungen von C. Vogt ſehr häufig bei der Unterſuchung der Entwickelungsverhältniſſe der Fiſche, ſo wie in den Zellen der Chorda dorsalis dieſer und der Batrachier und den ſpäter und ſelbſtſtändig entſtehenden Knorpelzellen dieſer Thiere. b. Es bildet ſich durch Aggregation von Körperchen ein granulöſer anfangs mehr nu-

---

[1]) Vgl. über dieſe Controverſen weiter: Müller's Archiv Jahrg. 1842. S. 92. Biſchoff's Entwickelungsgeſchichte. Leipzig 1842. S. 560 u. ff. Anm. d. Red.

cleusartiger Körper, welcher dann durch Erzeugung einer runden, wahrſcheinlich von einer Zellenmembran herrührenden Begrenzung und durch gänzliche oder theilweiſe Umwandlung ſeines frühern körnigen Weſens in eine homogene Maſſe, in eine wahre Zelle übergeht, während in ſeinem Centrum ein Kern gleichſam als Ueberreſt der frühern Bildung erſcheint, wie z. B. in den Blutkörperchen (ſobald ſie nämlich aus ihrer wahrſcheinlich exiſtirenden Mutterzelle befreit ſind). 4) Daß Zelle und Kern auch gleichzeitig entſtehen können, glaubt C. Vogt daraus ſchließen zu dürfen, daß er in den primären Knorpelzellen der Geburtshelferkröte, welche ſpäter eine endogene Zellenbildung ſo oft darbieten, nie Kerne ohne Zellen oder Zellen ohne Kerne wahrnahm. Die ſichere Feſtſtellung dieſes Punktes aber dürfte den meiſten Schwierigkeiten unterworfen ſein. Endlich 5) kann in dem Kerne oder einem kernartigen Gebilde ein ſich immer mehr vergrößerndes hohles Bläschen, welches man bei der Relativität des Begriffes von Zelle auch als ſolche anſprechen kann, entſtehen, ſich vergrößern und entweder eine einfache Höhlung bleiben oder einfache oder mehrfache Zellenbildung in ſich anregen. Belege hierfür finden ſich in der ächten Knorpelſubſtanz, ſo wie vielleicht in dem Keimbläschen, vorzüglich der Säugethiere (nach der von Barry gegebenen Darſtellung). Auf andere mögliche Vermehrungsarten werden wir bei den Verhältniſſen des Kernes zurückkommen.

Ueberall, wo Kern- und Zellenbildung eintritt, geht ihr die Ablagerung eines Grundſtoffes voraus. Selbſt bei dem erſten, durch die Befruchtung gegebenen Entwickelungsimpulſe fußt die Natur höchſt wahrſcheinlicher Weiſe ſtets auf einem gegebenen, dem Keimflecke (oder wo dieſer, wie z. B. bei einzelnen Vögeln und Eingeweidewürmern unſichtbar iſt, auf dem Inhalte des Keimbläschens?). Sehr häufig erzeugt ſich vorher ein Keimſtoff, Cytoblaſtema, der entweder von vorn herein hell, durchſichtig und gleichartig iſt oder feſtere rundliche oder ſelbſt kryſtalliniſche Molecule, die ſpäter entweder vor der Zellenbildung aufgelöſt oder durch dieſe von der Zellenmembran eingeſchloſſen werden, enthält. Das durchſichtige primäre Cytoblaſtem kann nun entweder durch fortgeſetzte Zellenbildung und andere Metamorphoſen vollſtändig aufgezehrt werden oder in nur rudimentärer Menge ſich erhalten oder vielleicht theilweiſe verbleiben und in Form einer gleichartigen Haut (in ſpäter verdichtetem Zuſtande) erſcheinen. Die erſteren Fälle treten bei den meiſten Geweben ein. Für das Letztere geben die Wharton'ſche Sulze des Nabelſtranges und einzelne Formen des Umhüllungsgewebes Belege. Dort finden wir durch ihr kernartiges Ausſehen auffallende Centralkörper, von welchen zum Theil netzartig verbundene Faſern ausgehen, wie man ſie auch nach den Erfahrungen von Schwann in dem embryonalen Zellgewebe bisweilen ſieht. In den Maſchenräumen exiſtirt gallertiges Cytoblaſtem mit einzelnen zerſtreuten Kernen. An der Oberfläche der Vorhöfe der Fröſche z. B. findet ſich ein Umhüllungsgewebe, welches für das freie Auge wie eine helle Gallerte ausſieht. Unter dem Mikroſkope zeigt es eine glashelle, membranöſe, ſich leicht faltende Maſſe, in welcher viele Zellenkerne auffallen. Von vielen der letzteren gehen an beiden Enden oder auch ſternförmig Fäden aus, während neben ihnen reichliche blaſſere Umhüllungsfäden vorkommen. Von den Ueberreſten dieſes primären Cytoblaſtemes ſind aber diejenigen Producte, welche durch ſpätere Bildung entſtehen und entweder gleich vielen Vorkommniſſen der Intercellularſubſtanz der Pflanzen ſecundäre Bildungen ſind oder, wie z. B. die Entwickelung der ächten Knorpelſubſtanz beweiſt, durch Metamorphoſen der

verdickten früheren Zellen theilweise oder gänzlich hervorgerufen werden, wohl zu unterscheiden.

Die primäre Zellenmembran kann entweder schwinden, wie bei den meisten Mutterzellen, oder durch Intussusception stärker werden und so bleiben, wie z. B. bei den Zellen in der gallertigen Masse in dem Sinus rhomboidalis des Rückenmarkes der Vögel, oder außerdem verhornen, wie bei den Epithelien und den Horngeweben, oder sich schichtenweise verdicken und hierbei selbstständig bleiben oder mit Nachbartheilen verschmelzen, wie z. B. in der echten Knorpelsubstanz, oder vielleicht in demselben Zustande verharren, wie die primäre Zellenmembran bei den meisten Verdickungsbildungen der Vegetabilien, und dann ebenfalls ihrer sehr bedeutenden Zartheit wegen schwer wahrnehmbar werden, wie z. B. als Begrenzungshaut der Nervenkörper (s. unten bei dem Nervengewebe) u. dgl. mehr. Eine andere Reihe von Veränderungen derselben werden durch die Formen der Gewebeelemente bestimmt. Ursprünglich meist rund werden die Zellen leicht polygonal oder treiben Aeste, wie z. B. bei den Pigmentzellen, oder verlieren in ihrer conservenartigen Anordnung ihre Querscheidewände, während sich die Seitenwände erhalten; oder die in Entfernungen von einander stehenden Zellen werden so schnell von bandartigen Massen eingeschlossen, daß man zweifelhaft werden kann, ob hier überhaupt erst isolirte Zellen entstehen, oder ob längs der longitudinal gereihten Kerne die Substanz fortlaufend unmittelbar anschießt, wie z. B. bei den meisten Zellenfasern. Mit fortschreitendem Verhornungsprocesse wird die früher rundliche Zelle mehr lamellös u. dgl. mehr. Noch größere Verschiedenheiten kann der Zelleninhalt natürlicher Weise darbieten. In den primären Zellen ist er meistentheils flüssig, hell und gleichartig, und bewirkt wahrscheinlich durch seine größere Saturation und die deshalb begierigere endosmotische Strömung, daß diese jungen Zellen bei der Zartheit ihrer Zellenmembran, so oft unter Wasser, fast augenblicklich, wie Seifenblasen platzen. Hat sich dagegen in einem mit festeren Körperchen versehenen Cytoblasteme eine Zelle durch ungleichartige Umlagerung um einen Kern gebildet, so kann der ursprüngliche Zelleninhalt auch festere Molecule von vorn herein besitzen. So viel wir bis jetzt wissen, werden diese soliden Gebilde immer später wieder aufgelöst. Anderseits bleibt wahrscheinlich kein Zelleninhalt so wie er ursprünglich war, und ändert sich in Consistenz und Bestandtheilen, selbst wenn die Zelle permanent einfach, hell und durchsichtig ist. Durch die secundären Metamorphosen aber entstehen, abgesehen von den bald zu erwähnenden Verhältnissen der endogenen Zellenformation durch Kerntheilung oder durch neue Kernbildung, theils transitorische, theils verharrende festere Niederschläge oder Umänderungen der flüssigen Consistenzgrade, sowohl nach dem Festen, als nach dem Elastischflüssigen hin, wie sich bei einiger Kenntniß der Gewebeverhältnisse von selbst ergiebt und speciell auszuführen hier zu weitläufig sein würde.

Als Kern müssen wir nach unserm gegenwärtigen Wissen alles Dasjenige betrachten, was als individualisirtes, von dem übrigen Zelleninhalte unterschiedenes Gebilde von einer Zelle eingeschlossen wird oder eingeschlossen werden kann. Alle übrigen Verhältnisse desselben können variiren und sogar so sehr schwanken, daß selbst zwischen Kern und Zelle gar keine bestimmte Grenze mehr zu ziehen ist. Wie wir die Kernbildung in den meisten primären Zellen sehen, stellt sie sich in Form eines soliden, bald körnigen, bald mit Körnchen gefüllten, bald Kernkörperchen enthaltenden Gebildes, welches in organischen, kalt applicirten Säuren, wie Essigsäure, Weinstein-

ſäure, Citronenſäure unlöslich iſt, dar. Der Nucleus liegt, wo er in einer Zelle eingeſchloſſen iſt, entweder centriſch oder excentriſch, frei oder der Wand angewachſen — Punkte, die übrigens in Einzelfällen ſehr ſchwer zu entſcheiden ſind. Durch ſeine Dicke kann er dann ſelbſt eine Hervorragung an der übrigen Maſſe bedingen, wie z. B. die an den Capillargefäßen anliegenden Kernbildungen beweiſen. Bei ferneren Metamorphoſen bleibt er nun entweder in dem Centrum der veränderten Zellen, wie z. B. in dem Innern des Muskelfaſerrohres, in den Cylinder- und Flimmerepithelien u. dgl., oder geht gegen die Oberfläche, indem ſich nach innen von ihm, beſonders wenn er an die urſprünglichen Zellenwand geheftet iſt, neue Producte erzeugen, wie es bei vielen Zellenfaſern Statt zu finden ſcheint. Bald zeigt er ſich bei der Bildung der neuen Theile mehr indifferent, bald bewirkt er (ungefähr wie ein in einer Löſung ſuspendirter feſter Körper dann Niederſchlag von Kryſtallen an ſich hervor ruft), daß ſich in ſeiner Circumferenz entſtehende Elementartheile präcipitiren, wie z. B. in den embryonalen quergeſtreiften Muskelfaſern, in den Fettzellen u. dgl. mehr. Faſt allgemein aber ſcheint das Geſetz zu gelten, daß, wo der Kern nicht ſelbſt an directer Vermehrung der Zellenbildung Theil nimmt und ſo in ſeiner Individualität zu Grunde geht oder ſonſt weſentlich verändert wird, eine fortgeſetzte Ablagerungsmetamorphoſe der Zelle oder der dieſe umgebenden ſecundären Zelle ſeiner Conſiſtenz, ja ſeinem Beſtehen Eintrag thut. In den ſtark verhornten Zellen ſehen wir den Nucleus zuerſt hell und dann gänzlich unkenntlich werden. Mit Ausbildung der Längenfäden der quergeſtreiften Muskelfaſern werden die in dem Muskelfaſerrohre enthaltenen Kerne milchglasartig. In den Nervenkörpern behält er oft ſeine frühere ſaturirtere Beſchaffenheit, verliert ſie aber auch bisweilen, ſobald ſich die zweite Umlagerungszelle vergrößert u. dgl. mehr. Hierbei kann er ſich auch noch oft, wie eben die Epithelien, die Horngebilde, die quergeſtreiften Muskelfaſern, die Nervenkörper beweiſen, trotz ſeines größern Hellwerdens mit der Zelle bis zu einem gewiſſen Grade vergrößern und eine länglich runde oder auch eine platte Geſtalt annehmen. Was nun ſeine eigene Subſtanzbeſchaffenheit betrifft, ſo zeigt ſich auch hier eine faſt unendliche Reihe von der vollkommenen wahren oder ſcheinbaren Solidität bis zu der Form, wo der Nucleus eine bloße Höhlung iſt. Viele primäre Kerne, z. B. der nervöſen Gebilde, der Muskelfaſern u. dgl. erſcheinen z. B. bei den Wiederkäuern, ganz ähnlich den Blutkörperchen, d. h. ſie bilden röthliche, platte, in der Mitte mit einem dunkeln Theile verſehene Scheiben — ein Ausſehen, das wahrſcheinlich Barry zu der Anſicht geführt hat, daß ausgetretene Blutkörperchen ſelbſt Nuclei künftiger Zellen bilden. Wenn eine ſolche Meinung bei der Geſchloſſenheit der Capillaren natürlicher Weiſe unhaltbar iſt, ſo beweiſen doch die in entzündlichem Blute des Menſchen bisweilen beobachteten hellen, die Blutkörperchen als Nuclei umgebenden Zellen, daß ein ſolcher Bildungsproceß bei extravaſirtem Blute wenigſtens denkbar ſei, wenn auch gegen dieſen Fall andere Erfahrungen ſtreiten. Denn bei zufälligem Blutextravaſate iſt eine Zellenbildung der Art noch nicht wahrgenommen worden. Wenn aber Barry die Formation des Chorion der Säugethiere davon herleitet, daß ſich aus dem durch die Ruptur des Follikels ergoſſenen Blute um die Blutkörperchen als Nuclei neue Zellen bilden, ſo läßt ſich dagegen noch einwenden, daß einerſeits ein noch nie beſtimmter Organiſationsproceß dazu gehörte, um die in jedem Extravaſate zerſtreuten Blutkörperchen in die zur Erzeugung eines regulären Chorion nothwendige Anordnung zu bringen, und daß anderſeits

Digitized by Google

die Eischalenhaut der Vögel entschieden nicht auf diese Weise entsteht, während sich ein gleich negatives Resultat für diejenigen Formen, wo die Eierstockseier schon von chorionartigen Gebilden umhüllt werden, fast mit Bestimmtheit ergiebt. Wie es scheint, verbleiben diese Blutkörperchen ähnlichen Kerne wenigstens bei dem Menschen und den höheren Thieren nur selten, wie z. B. bei einzelnen Nervenkörpern, oft vergrößern sie sich dagegen und gehen zuerst in granulöse, und später in helle Kerne über, wie z. B. bei den Epithelien. Eine häufige Veränderung derselben, die selbst künstlich bei gewissen Stadien ihrer Ausbildung durch kürzere oder längere Einwirkung von Wasser hervorgerufen werden kann, besteht darin, daß sie ihren Farbestoff verlieren, mattweiß bis grau oder milchglasartig, zunächst kugelrund, dann aber auch länglich und mehr oder minder deutlich blasig werden. Hierbei enthalten sie entweder gar keine festeren Körperchen und erscheinen daher sehr hell und durchsichtig, und gleichen deßhalb oft auf dem Wasser schwimmenden Oeltropfen, oder führen nur ein oder zwei, seltener mehre helle rundliche, wenigstens häufig der Wandung angewachsene Körperchen. Diese Gestalt finden wir dann entweder permanent, wie z. B. bei vielen Zellen der Cylinder- oder Flimmerepithelien, bei vielen Nervenkörpern, oder die Durchsichtigkeit nimmt unbeschadet der verhältnißmäßig nicht unbedeutenden Größe immer zu, bis alle Nuclearbildung schwindet, wie z. B. in dem Innern der quergestreiften Muskelfasern. Im Gegensatze zu diesen anfangs saturirteren Kernen stoßen wir anderseits ausnahmsweise auf so helle Kernformen, daß sie oft nur mit Mühe sichtbar werden, wie z. B. in den primären Zellen der Krystalllinse, in den Zellen der Rückensaite, obwohl auch hier die Unkenntlichkeit zugleich dadurch bedingt werden kann, daß der Nucleus fast dasselbe Brechungsvermögen, wie die umgebende Zelle mit ihrem Inhalt hat. Oft treten dann auch hier Zellenbildungen, welche aller Kerne zu entbehren scheinen, auf. Die häufigere Kerngestalt dagegen, welche selbst bleibend fast in oder an allen Geweben des Erwachsenen angetroffen wird, ist die granulöse, sei es nun, daß der ganze Nucleus aus einer Anhäufung von Körnchen besteht, oder daß er selbst schon zellen- oder bläschenartig ist und Körnchen verschiedener Art in sich einschließt. Diese Classe von Kernen erleidet oft wesentliche Formveränderungen, wird leicht länglich, streifenartig, spindelförmig (gebogen?) u. dgl. mehr, findet sich in reichlichster Menge in dem Embryo und bildet fast durchgängig die Nuclearformationen, wie sie besonders in dem Umhüllungsgewebe des Erwachsenen vorkommen. Indem sie ihre Unlöslichkeit in Essigsäure, Weinsäure und Citronensäure beibehalten, scheinen sie vorzugsweise geeignet zu sein, die bald zu erwähnenden Kernmetamorphosen zur Erscheinung zu bringen. Veranschaulicht man sich aber diejenige Endform von ihnen, wo sie ein hohles bestimmt wandiges Gebilde mit einzelnen enthaltenen Körnchen darstellen, so hat man einen unmittelbaren Uebergang zu denjenigen Nuclearbildungen, welche durch bloße Höhlungen mit oder ohne Absatz von Molecülen an den Wandungen dargestellt werden und die letzte Kernform bilden, wie wir sie z. B. in den Knorpeln und Knochen antreffen. Diese können dann, gleich einzelnen Zellen, Aeste treiben, wie die Knochenkörperchen gewöhnlich und einzelne Höhlungen der Knorpelkörperchen in sehr seltenen Ausnahmen belegen.

Schon ohne alle künstlichen Verhältnisse lassen sich viele Kernbildungen als Zellen oder zellenartige Gebilde, sobald sie eine bestimmtere Wandung darbieten, betrachten. Hierher gehören z. B. die oben erwähnten milchglasartigen Nuclei, viele Kerne des Umhüllungsgewebes u. dgl. Bei einer

andern Art von Kernbildungen, wie z. B. bei vielen Schleimkörperchen, bei einzelnen Chyluskörperchen des Ductus thoracicus, erscheint ihre Zellennatur durch secundäre Verhältnisse deutlicher. Viele dieser Theile z. B. stellen sich im ganz frischen Zustande als körnige nucleusartige Kugeln dar. Liegen sie einige Zeit in einer Flüssigkeit, wirkt Wasser auf sie, trockenen sie ein u. dgl., so erscheint in der Peripherie (wahrscheinlich in den ersteren Fällen durch Endosmose der Flüssigkeit) eine begrenzende von den Körnchen getrennte Zellenmembran. Diese werden oft nach und nach zerstreut und scheinen sich selbst zum Theil auflösen zu können, während nicht selten in dem Centrum ein Kern zur Anschauung kommt. Man hat dann helle nucleirte Zellen mit mehr oder minder körnigem Inhalt. Solche Phänomene haben wahrscheinlich viele Beobachter bestimmt, Körperchen der Art, wie z. B. Schleimkörperchen, granulöse Chyluskörperchen, Exsudatkörperchen als Zellen anzusprechen. Anderseits aber verhalten sich wenigstens einzelne Gebilde der Art bei fernerer Fortbildung als Kerne. Um die Exsudatkörperchen z. B. entstehen entschieden Exsudatzellen, ohne daß sich etwa ihre Begrenzungshaut durch Ausdehnung in eine Zellenwand verwandelt. Im Chylus bilden sich, wie wir später sehen werden, um solche Körperchen ebenfalls neue Zellen. Schon hieraus, so wie überhaupt aus dem relativen Verhältnisse zwischen Kern und Zelle, zwischen primärer und secundärer Umlagerungszelle, zwischen Zelle und Cytoblastem ergiebt sich das Mißliche und Unbestimmte, welches sich bei fixen Deutungen einzelner Gebilde als Zelle oder Kern darstellt [1]).

Die Kernbildung beschränkt sich aber nicht bloß darauf, eine Zeitlang thätig zu sein, allmälig an Substanz zu verlieren, hierauf in diesem Zustande zu verharren und dann zu schwinden, sondern functionirt auch auf eine wesentliche Weise zur Vermehrung der Gewebtheile. Zunächst kommen hier die Bildungen von Zellen in Zellen in Betracht. 1) Der Nucleus kann, wie wir bei der echten Knorpelsubstanz sehen, zu der Erzeugung einer einfachen Form endogener Zellenbildung berufen sein, indem er, in einer Mutterzelle eingeschlossen, eine oder mehre neue Zellen mit Kernen oder auch nur hohle Räume mit oder ohne Inhalt in sich erzeugt. 2) Einzelne (vielleicht jüngere) Kernbildungen zeigen schon im frischen Zustande Formen, welche auf eine Selbsttheilung hindeuten dürften. In dem oben erwähnten Umhüllungsgewebe der Atrien des Herzens der Frösche stößt man auf einzelne doppelbrodartige (Fig. 95. a.) oder eingeschnittene Kerne (Fig. 95. b.). Durch Wasser trennen sich diese und einzelne andere Nuclei in mehre. Eine ihrem Wesen nach aber noch sehr räthselhafte Erscheinung ist die, daß nach Einwirkung von Essigsäure, Weinsäure u. dgl. viele Kerne aus einander fahren und sich in mehre Nuclei, welche oft den Blutkörperchen des Menschen sehr ähnlich sind, wie z. B. bei den Schleim- und Eiterkörperchen, der innern Körnchenschicht der Netzhaut (Fig. 69.) u. dgl. oder sonst körnige mit dunkelen Eindrücken und Punkten versehene Gebilde darstellen, trennen. An verschiedenen Nucleis läßt sich oft verfolgen, wie diese verschiede-

[1]) Aus diesem Grunde habe ich auch in dem Folgenden jede der jetzt so oft gebrauchten Benennungen, wie Blutzellen, Ganglienzellen ꝛc., ausgeschlossen, und überhaupt überall mich bestrebt, so indifferente Namen, als möglich anzunehmen, um nicht in die Nothwendigkeit versetzt zu sein, bei ferner fortgesetzten Untersuchungen und bei dem wegen des raschen Fortschrittes der Wissenschaft so ephemeren Zustande der Theorien Benennungen fast von Jahr zu Jahr zu ändern. Der kundige Leser wird bemerken, daß ich in dieser Beziehung gegen Bezeichnungen, die ich selbst früher vorgeschlagen hatte, nicht minder streng, als gegen fremde war.

nen Bestandtheile des frühern Kernes zuerst gleichsam aus einander brechen, dann isolirt bei einander liegen und sich endlich von einander entfernen. Man kann sich nun, wie dieses Barry besonders hervorgehoben hat, denken, daß bei der endogenen Zellenbildung die verschiedenen Nuclei sich von einander loslösen, selbstständig werden, sich mit Zellen umgeben und so eine Erzeugung von Zellen in Zellen hervorrufen. Allein bei dieser Deutung müssen wir jedenfalls sehr vorsichtig sein. Denn es ist auch denkbar, daß hier ein ähnlicher Fall, wie bei der Erzeugung der Zellenkörner nach Naegeld eintrete, daß nämlich der eigentliche Kern der Mutterzelle schwindet, und daß die körnige Masse des Zelleninhaltes sich zusammenballt und secundär die mehrfachen Kerne hervorruft. Eine entschiedenere Beobachtung der Art läßt sich, wie weiter unten bei dem Ossificationsprocesse dargestellt werden soll, an den ossificirenden Knorpeln des Menschen machen. Hier hat man mehr Uebergangsformen derjenigen durch ihr dunkeleres Aussehen auffallenden Höhlen, welche man als Knorpelkörperchen ansprechen kann, von einfachen zu Theilungsgestalten, um welche letztere dann endogene Zellen entstehen [1]). — Daß die Kerne selbst an und für sich in Zellen übergehen und so zur Zellenvermehrung beitragen können, wurde schon oben berührt.

Schon von Gerber war die Vermuthung aufgestellt worden, daß durch longitudinale Verschmelzung der Kerne Fasern entstehen können. Henle hat in neuester Zeit diese von ihm sogenannten Kernfasern, welche fast durchgängig zu dem Umhüllungsgewebe gehören und die früher zum Theil als fadig aufgereihten Epithelien oder als Zellenfasern aufgeführt, zum Theil zu dem elastischen Gewebe gerechnet wurden, ausführlicher betrachtet. Das erste Stadium ist, daß die in bestimmter Ordnung, aber meist distant gelagerten Kerne lang und schmal werden, die Kernkörperchen verlieren, oft einzelne, zusammenhängende oder körnige Partikeln in ihrer Nähe haben und sich durch blassere Fäden mit einander verbinden. Später werden die Kernbildungen undeutlicher, hinterlassen als letzte Spur reihenweise gestellte Körnchen und schwinden endlich gänzlich. Die so hervorgehenden Fasern sind, wie die Kerne selbst, in Essigsäure und Weinsäure unlöslich. Indem wir die näheren Verhältnisse dieser Gebilde in dem zweiten Theile theils bei dem Umhüllungsgewebe, theils bei den einzelnen anderen Geweben näher kennen lernen werden, beschränke ich mich hier der Kürze wegen auf folgende Bemerkungen: 1) Wie die Kerne, so werden auch diese Kernfasern, oder wie ich sie aus dem oben in der Anmerkung angeführten Grunde nennen werde, die Umhüllungsfasern durch organische Säuren deutlicher und erscheinen bald gelblicher, wie z. B. in dem Zellgewebe, bald blaß und mehr grau, wie z. B. in dem Sarcolemma der Muskeln. 2) Die obige größtentheils mit den Angaben von Henle übereinstimmende Beschreibung habe ich auch aus eigener Erfahrung entnommen. Nach Behandlung mit Säuren erscheinen bisweilen einzelne Kerne gebogen und selbst in Theilung begriffen,

---

[1]) Es stellt sich zunächst noch die Frage, ob nicht auch in dem thierischen Organismus eine Vermehrung von Zellen durch Theilung möglich ist. Bis jetzt begegneten mir nur nucleusartige Gebilde, welche zu Zellen werden. In den Blutkörperchen der Krebse findet man einzelne Doppelblasen, wie es Fig. 63 gezeichnet worden. In den kernartigen Körperchen der Thymus (Fig. 65.) sieht man neben endogener Zellenbildung auch einzelne Doppelkörper. Unter den Zellen in der Flüssigkeit des Saftes der Schilddrüse des Hundes gewahrt man auch doppelbrodartige Zellen (Fig. 91). Bei continuirlichen Geweben ist mir bis jetzt nichts der Art bekannt. Nach einer mündlichen Mittheilung von Henle, der auch etwas Aehnliches in einem Lithopaedion gesehen, soll auch schon früher Schwann Doppelzellen beobachtet haben.

mit körnigem Nebenanhange versehen u. dgl. 3) Meistentheils, wo nicht immer, sind die Kerne, welche hier zum Vorschein kommen, mit deutlicher discreter Wandung, hellem Inhalte und Körnchenniederschlag versehen. 4) Schon die variable Natur der Zelle und des Kernes läßt natürlich die Möglichkeit offen, daß auch Kerne zu Fasern verschmelzen und bei den meisten Kernfasern spricht auch der Anschein dafür. Allein, wie ich an einem andern Orte [1]) darzustellen gedenke, dürfte jedenfalls eine Classificirung der verschiedenartigen hierher gehörigen Gebilde nothwendig sein. Ich muß überhaupt in Betreff dieses ganzen Kapitels auf diese nächstens zu publicirende Darstellung verweisen.

Die Kernkörperchen scheinen sowohl primär, als secundär entstehen zu können, kommen aber oft als besondere von den übrigen Körnchen des Nucleus verschiedene Gebilde nicht zum Vorschein. Ueber die Gesetze ihres Daseins sind wir in völliger Unwissenheit.

Außer den als Cytoblastem, Zellen und Kerne oder deren Metamorphosen zu deutenden Gebilden finden sich endlich noch andere Elementartheile, die entweder als Gemengtheil eines Cytoblastemes oder als Zelleninhalt oder als Secretionsproduct erscheinen. Sie sind entweder freie oder mit einer feinen Haut umschlossene flüssige oder solide Körperchen von meist sphärischer, bisweilen aber auch krystallinischer Form.

Höchst wahrscheinlich lassen sich auf die genannten Typen des Cytoblastemes der einfachen oder mehrfachen, getrennten oder verschmolzenen Zellen, Zellenfasern, Intercellularsubstanz, Kerne, Kernkörperchen und Elementarkörnchen, die meisten wo nicht alle Gewebtheile entweder in ihren bleibenden Gestalten oder nach ihren transitorischen Entwickelungsformen reduciren. Es ist aber auch möglich, daß manche Elemente z. B. Fasern, auch ohne Vermittelung von Kernen und Zellen entstehen, und daß sich ihre Netze ähnlich den Verholzungsnetzen der Gewächse unmittelbar absetzen. Einen Beleg hierfür scheinen z. B. die feinen, an eine durchsichtige Haut sich anlehnenden Fasernetze der Cirkelfaserschicht der Arterien zum Theil zu liefern (s. unten bei dem Gefäßsystem).

Die bis jetzt bekannten Erfahrungen über die organische Zeugung deuten klar darauf hin, daß die Natur wahrscheinlich stets bei der Production eines neuen Individuum von einer schon vorher gegebenen Materie, bei den Gewächsen von dem Punctum vegetationis und der Fovilla, bei den durch Eier sich fortpflanzenden Thieren von dem Inhalte des Keimbläschens, vorzüglich dem oder den Keimflecken ausgeht, und nach allgemeineren Zellenbildungsgesetzen, zuerst vorzüglich die Entstehung von circumponirten Zellen und Vermehrung oder Fortbildung durch endogene Zellenerzeugung die Grundlage des neuen Wesens aufbaut. Ist dieser erste Impuls gegeben, so sind unter der Voraussetzung, daß die bisweilen nothwendige höhere Temperatur die Anregung unterhält und die Quellen für zuströmende Nahrungsstoffe vorhanden sind, alle Bedingungen der weitern Herstellung des organischen Körpers gegeben. Es spinnen sich nach einer Organisationsidee berechnete und fortgehende physikalisch-chemische Combinationen, welche zur Herstellung der Gewebe nöthig sind, von selbst fort. Wie delicat freilich diese Bedingungen sein müssen, lehrt uns z. B. gerade die Vorsicht, welche die Natur braucht, indem sie einerseits für viele Wesen die Entwickelungsbedingungen möglichst erleichtert, anderseits, das häufige Mißlingen des Experimentes bei den sich entgegenstellenden Schwierigkeiten wohl voraus-

[1]) Repert. d. Anat. u. Physiol. Bd. VII.

sehend, durch die Zahl der Keime das Gelingen der Fortpflanzung zu garantiren sucht. Bei diesem Aufbau der Gewebe aber erscheinen mehre Gesetze, welche zum Theil mit den nothwendigen Modificationen auch in den Ernährungserscheinungen des Erwachsenen wieder kehren. 1) Nach dem Gesetze der isolirten Entstehung erzeugen sich z. B. in dem Cytoblastem der Muskeln zuerst isolirte Muskelfasern, und vermehren sich erst später so sehr, daß ein vollständiger Muskel herauskommt und die Zwischenreste des Cytoblastemes vorzugsweise zur Bildung des Perimysium verwandt werden. 2) Wie bei der Krystallisation zieht ein gebildeter Theil die Erzeugung fester Theile in seiner Nachbarschaft nach sich; die gebildete Muskelfaser ruft es hervor, daß sich neue Kerne um sie herum einstellen. 3) Gleich wie aber die Anhäufung und Vermehrung der isolirt entstehenden Theile nicht zufällig, sondern nach bestimmten später erscheinenden Organisationsplanen erfolgt, so daß ein voraus berechneter Organtheil herauskommt, so gehen auch oft bei dieser Vereinigung isolirt entstandene Theile zu bestimmten Verbindungen zusammen. Die einzelnen Zellenfasern und Umhüllungsfasern, die einzelnen Zahnröhrchen, die Kanälchen der Knochenkörperchen u. dgl. finden sich auf secundären Wegen, um Verbindungen einzugehen und nothwendige Organtheile herzustellen. 4) Ein schon gebildetes Element bedingt es, daß sich eine entweder ungleichartige oder gleichartige Masse in seiner Nähe erzeugt, oder daß gewisse Veränderungen in seiner Nachbarschaft vor sich gehen. Bei der heterogenen Umlagerung bestimmt der Kern, daß sich eine Zelle herumbildet. An der entstandenen Knochensubstanz erzeugen sich keine neuen Knorpel-, sondern Knochenzellen. Die Verhornung der Zellenwandungen leitet meist eine Resorption der Substanz des Kernes und Abplattung der Zelle ein u. dgl. mehr. 5) Aeußere Verhältnisse bestimmen die Ausbildungsweise einzelner Gewebtheile. Wo freie Oberflächen existiren, entstehen z. B. zelligte Gewebeelemente, während im Innern mehr eine Tendenz zur Faser- oder Zellenfaserbildung zum Vorschein kommt. Von der Variabilität der transitorischen Gewebformen war schon im Anfange dieses Abschnittes die Rede.

Obgleich es keinem Zweifel unterliegt, daß das geistige Princip der Bildungsverhältnisse der Organismen, die ordnende Idee, welche die einzelnen Theile an bestimmte der Harmonie des Ganzen entsprechende Stellen versetzt und successiv erscheinen läßt, für immer dem materiellen Sinne des Naturforschers entrückt sein wird, so läßt sich anderseits doch erwarten, daß die Wissenschaft nach und nach zur Erkenntniß und theilweisen künstlichen Nachbildung der physikalisch-chemischen Bedingungen, welche die Natur bei der Herstellung der einzelnen Gewebtheile in Anwendung zieht, gelangen wird. Am leichtesten dürfte zunächst die künstliche Zellenerzeugung durch heterogene Umlagerung gelingen, obgleich die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen noch sehr weit von dem Ziele entfernt sind. Aſcherſon machte auf das Phänomen aufmerksam, daß, wenn man Oel und Eiweiß zu einer Emulsion zusammenschüttelt, sich aus dem Albumen um die Oeltropfen ein eigener hüllenartiger Theil (seine Haptogenmembran), welcher das Zusammenfließen der einzelnen Tropfen hindert, bildet. Gelingt das Experiment gut, so sieht man zahlreiche größere und meist kleinere isolirte Oeltropfen, welche neben einander dicht vorbei gehen können ohne mit einander zusammenzufließen. Fügt man aber Wasser hinzu, so verschwinden mit einem Rucke viele der Oeltropfen, und häufen sich zu einer größern Oelmasse zusammen. Fast schöner noch gelingt der Versuch, wenn man Eiweiß mit Quecksilber anbal-

tend und kräftig bis zur Zertheilung ſchüttelt. Die einzelnen, nicht zuſammenfließenden Kugeln erhalten ſich hier ſelbſt bei dem Eintrocknen. Sobald Waſſer hinzukommt, ſo ſchwinden die iſolirten Kugeln, und das Queckſilber bildet, beſonders wenn es an der unterliegenden Glasplatte mehr anhaftete und ſo Cohäſion und Adhäſion gleichſam in Wettſtreit kommen, oft ſehr ſchöne zackige und netzförmige Figuren. Läßt man ein ſolches einem Queckſilberamalgam nicht unähnliches Präparat an der Luft etwas ſtehen, ſo daß die Eintrocknung beginnt, ſo erſcheinen oft am Rande ſo reguläre Sprünge in dem getrockneten Albumin, daß man, beſonders wenn ſich in der Mitte ein Kügelchen von Luft oder von Queckſilber befindet, an Zellenbildungen mehr oder minder erinnert wird. Im Innern finden ſich häufig runde zellenähnliche Gebilde, welche oft Riſſe oder gebogene Streifungen, ähnlich denen, welche die kryſtalliniſchen Kugeln darbieten, oder Strahlen ähnlich, wie man ſie an der Oberfläche einzelner Fettzellen wahrnimmt, zeigen. Alle dieſe Phänomene, welche am Ende mehr oder minder bei jeder Emulſion wiederkehren, ſind rein mechaniſch, aber in ihrem Weſen von dem der Zellenbildung noch ſehr weit entfernt. Höchſtens laſſen ſich Erſcheinungen, wie z. B. die Exiſtenz einer dünnen die Milchkörperchen umgebenden Haut, theilweiſe damit paralleliſiren, obgleich hier ſelbſt die mehr verdünnte Beſchaffenheit der Milchflüſſigkeit einerſeits die Formation der Haut um das öligte Milchtröpfchen nicht erklärt und anderſeits nicht erläutert wird, weshalb die Hülle nicht durch Waſſer, ſondern als ein conſiſtenteres Proteingebilde erſt durch Eſſigſäure angegriffen wird. Gerade bei den Fettzellen zeigt ſich, daß noch andere Dinge der Zellenbildung zum Grunde liegen müſſen. Die Natur konnte hier den Oeltropfen, wie es bei der Emulſion der Fall iſt, von einer Haptogenmembran umſchließen laſſen. Allein ſie bildet wenigſtens bei den erſten Fettablagerungen eine kernhaltige Zelle und läßt das Fett zuerſt um den Nucleus als Zelleninhalt erſcheinen und ſpäter die Zelle ausfüllen. Für die Leichtigkeit, mit welcher ähnliche Veränderungen, wie bei dem Organiſationsproceſſe, unter einfacheren phyſikaliſchen Bedingungen erfolgen, laſſen ſich vielmehr eine Reihe anderer Phänomene anführen. Schon oben wurde erwähnt, wie einzelne ſcheinbar granulirte Kerne durch Waſſer, durch Eintrocknen u. dgl. zu vollſtändigen Zellen werden, und wie ſich anderſeits Kerne theils von ſelbſt, theils durch den Effect von Waſſer oder Eſſigſäure ſpalten können. Ein hierher gehörendes Beiſpiel bieten wahrſcheinlich gewiſſe Arten von Chylus dar. Bei röthlichem Chylus des Ductus thoracicus des Hundes z. B. fallen neben den verſchiedenen Formen von gewöhnlichen Chyluskörperchen oft einzelne auf, welche von hellen Zellenringen, ſo wie es Fig. 94 gezeichnet worden, umgeben werden. Das Chyluskörperchen erſcheint dabei als einfacher oder als zerſtückelter oder als in Zerſpaltung begriffener Kern. Zugleich exiſtiren Uebergangsformen zwiſchen bloßen Chyluskörperchen und dieſen Zellen. Der Umſtand, daß dieſe Bildungen nach Befeuchtung mit Waſſer und bei dem Eintrocknen ebenfalls mehr in die Augen fallen, macht ihre künſtliche Erzeugung durch phyſikaliſche Bedingungen ſehr wahrſcheinlich.

Der Zellenbildungsproceß zeigt ſich anatomiſch und genetiſch als ein durchaus molecular ſelbſtſtändiger, ſo weit er nicht durch phyſikaliſch-chemiſche Wechſelwirkung mit benachbarten Theilen influencirt wird. Dieſes bedingt, daß man in der Phyſiologie den einzelnen Zellen und deren Metamorphoſen ein eigenes, relativ ſelbſtſtändiges Ernährungs- und Wachsthumsleben zuſchreiben muß. Die bei weitem meiſten Zellen zeigen hierbei keine

Digitized by Google

autokratische thierisch-physiologische Function, keine selbstständige animale Zusammenziehung. Allein eben so merkwürdiger als räthselhafter Weise treten bei einzelnen Zellen auch pulsatorische Bewegungserscheinungen auf. Hierher gehören nach den Beobachtungen von Siebold die Dotterzellen der Planarien, so wie die von R. Wagner beobachteten sogenannten Chromatophoren der Cephalopoden, welche während ihrer größten Contraction meist rundliche, während der größten Ausdehnung ramificirte Pigmentzellen darstellen, und von denen in dem zweiten Abschnitte bei dem Pigmente ausführlicher gehandelt werden wird. Wir wissen noch nicht, ob die Bewegung durch das Contractionsvermögen der Wandung oder durch Expansion des Zelleninhaltes oder durch gegenseitige Einwirkung beider Elemente zu Stande kommt. Auf den ersten Blick scheint es unmöglich, daß eine faserlose Wandung bedeutende Contractilitätserscheinungen darbiete. Allein am Ende reducirt sich von theoretischer Seite jede Contraction auf eine Annäherung der Molecule einer Substanz, und ist daher bei einer scheinbar einfachen Membran ebenfalls denkbar. Anderseits finden wir gerade in Betreff der Zusammenziehungen ein eigenthümliches Phänomen, welches hier anzudeuten der passende Ort sein dürfte. Es ist nämlich auffallend, daß das Herz des Fötus, ehe noch selbstständige Muskelfasern in ihm ausgebildet oder wenigstens in irgend bedeutender Menge vorhanden sind, schon sehr energische Pulsationen darbietet. Die einfachen Muskelfasern erscheinen am Ende permanent auf niederer Stufe der Ausbildung und ziehen sich nichts desto weniger energisch zusammen. In dem zweiten und dritten Abschnitte werden wir sehen, daß in dem contractilen Zellgewebe, z. B. der Tunica dartos, nicht in Fäden getheilte, sondern einfache, platte, d. h. auf einer frühern Stufe der Ausbildung befindliche Fasern existiren. Von der so sehr contractilen Cirkelfaserschicht der Arterien und den feinsten Capillargefäßen gilt etwas Aehnliches. Es scheint daher sogar, als ob bei dem Zellgewebe z. B. die Contractionsenergie gerade mit fortschreitender Entwickelung abnehmen könnte.

Für andere Bewegungsarten thierischer Elementartheile haben wir eben so wenig irgend genügende Erklärungsarten, wie für die Rotation des Zellensaftes der Pflanzen. Von der Flimmerbewegung wurde in dieser Beziehung schon in dem diese Erscheinung betreffenden Artikel gehandelt. Die Phänomene der Samenfäden werden in dem Artikel Samen besprochen werden. Hierher gehören ferner die merkwürdigen, zuerst von Henle wahrgenommenen, Bewegungen des mit Kugeln reichlich versehenen Inhalts der sogenannten Hodenbläschen des Blutegels, welche mich stets durchaus an das Charenphänomen erinnern, welche auch an isolirten Bläschen stundenlang anhalten, bei welchen ein Theil der sich oft wechselseitig drängenden Inhaltskörper dem Hauptstrome langsam folgt, während sich oft einzelne durchpressen, nicht selten bei ihrer Elasticität ihre Gestalt momentan ändern, sich drehen u. dgl. Das Phänomen kann an einer Stelle der Blase schon stillstehen, an der andern fortdauern. Eine Flimmerbewegung an der innern Oberfläche, wie bei den später zu erwähnenden Wimperblasen, ist nicht nachweisbar. Daß jedoch das Phänomen wahrscheinlich in die Kategorie der ebenfalls so räthselhaften Bewegungen der Samenfäden gehöre, zeigt der Umstand, daß ich außer den gegen Wasser sehr sensiblen Kugeln (Fig. 96. a) auch Samenfadenbündel, bei welchen ähnliche Gebilde als Centralkugeln dienten (Fig. 96. b), antraf, obgleich auch dann die Bewegung der herausgepreßten Kugeln wie der Fäden enthaltenden Zwischenmasse ausblieb.

II. Specielle Darſtellung der einzelnen thieriſchen Gewebe und der Elemente derſelben.

1. Elementartheile mit Formen der unorganiſirten Körper.

Wie in den Pflanzen, ſo finden ſich auch ſowohl in dem thieriſchen als dem menſchlichen Körper einzelne Elementartheile, welche entweder mehr oder minder vollſtändige reguläre Kryſtalle organiſcher oder unorganiſcher Subſtanzen ſind oder in ihren Formen und dem Reichthume an unorganiſchen Beſtandtheilen an einzelne Geſtalten, die wir im Mineralreiche finden, erinnern oder zwar ein großes Quantum von feuerbeſtändigen Elementen beſitzen, in ihrer Structur aber den unkryſtalliniſchen unorganiſchen Maſſen analoger erſcheinen. Hierher gehören die Kryſtalle, die kryſtalliniſchen Ablagerungen und der größte Theil der an unorganiſchen Subſtanzen reichen Elemente geſunder oder krankhafter Theile.

a) Kryſtalle.

Da die flüſſigen und die feſteren mit Feuchtigkeit durchtränkten thieriſchen Theile eine größere oder geringere Menge kryſtalliſirbarer Stoffe aufgelöſ't enthalten, ſo erzeugen ſich leicht Kryſtalle und kryſtalliniſche Bildungen, ſobald die auflöſende Mutterflüſſigkeit durch Verdunſtung oder auf anderm Wege davongeht. Faſt jedes Fluidum des thieriſchen und menſchlichen Körpers, das Blut, die Lymphe, die Thränenflüſſigkeit, der Speichel, die Galle, der Harn, der Schweiß, die Amnios- und Allantoisflüſſigkeit u. ſ. w. kann daher verſchiedenartige Kryſtalliſationen abſetzen. Natürlich können die dann zum Vorſchein kommenden Kryſtalle verſchiedener Größe und Vollſtändigkeit, die Kryſtallnadeln, Dendriten u. dgl. als keine normale und integrirende Beſtandtheile des Organismus betrachtet, als keine wahre regelmäßige anatomiſche Elemente deſſelben aufgeführt werden. Dieſen näher ſtehen ſchon andere Reihen von Kryſtallbildungen, welche entweder dadurch hervorgebracht werden, daß flüſſige oder halbflüſſige Subſtanzen des Körpers durch normale Organiſationsproceſſe ſo ſehr ausgezogen oder entwäſſert werden, daß ſich einzelne kryſtalliſirbare Subſtanzen niederſchlagen, oder darin ihren Grund haben, daß die circulirenden Säfte, die Abſonderungsflüſſigkeiten und andere Fluida des Körpers mit kryſtalliſirbaren Subſtanzen überſättigt oder durch andere Urſachen zur Ablagerung derſelben angeregt werden. Zu der erſtern Klaſſe gehören z. B. die in den Excrementen Geſunder und Kranker, bei dem Fötus, wie bei dem Erwachſenen vorkommenden, oft ſehr zierlichen Kryſtallbildungen, die Kryſtalle und kryſtalliniſchen Abſätze organiſcher und unorganiſcher Subſtanzen in verſchiedenen Arten des Harnes, des Schweißes, welche ſich oft bei dem Erkalten der erſtern Flüſſigkeit vermehren, die ſpäter zu erwähnende kryſtalliniſche Structur des Fettes, die Kryſtalldruſen, welche ſich auf der an der Schalenöffnung von Helix algira abgeſonderten Haut abſetzen u. dgl. mehr. In die letztere Kategorie kommen die rhombiſchen Tafeln und Blätter von Choleſtearine, welche unter verſchiedenen pathologiſchen Verhältniſſen in der Zelle ſelbſt, den Adergeflechten des Menſchen und des Pferdes, in einzelnen Concrementen der Schlagadern, der Bronchialdrüſen, der Lungen, in veralteten Kropfgeſchwülſten, in einzelnen Hydatiden, bisweilen in der die Eierſtockswaſſerſucht erzeugenden Flüſſigkeit und in dem Abſceßeiter, ſo wie an der Innen-

fläche der schwarzen Hüllen in Weingeist aufbewahrter Eier von Sepien, unter der Haut von Weingeistexemplaren von Sepiola, beobachtet worden sind, die erdigen krystallinischen Ablagerungen bei Gicht u. dgl. mehr. Von allen diesen inconstanteren und zum Theil krankhaften Gebilden sind aber diejenigen Krystalle, welche als normale Theile des Organismus, gleich den weichen organisirten Geweben erscheinen, wohl zu unterscheiden. Sie kommen im Ganzen seltener und sparsamer als in manchen Pflanzen, wo sie z. B. nach Schleiden bei einzelnen Cacteen 85,5% ausmachen, vor, bestehen weder aus kleesaurer, noch aus phosphorsaurer, sondern aus kohlensaurer Kalkerde und zeigen meist combinirte Gestalten der Kalkspathkrystallisation, während Theile, welche ursprünglich auch vorherrschend aus kohlensaurem Kalke mit Beimischung geringerer Mengen von Schwefelsäure, Alkalien und Talkerde bestehen, in versteinertem Zustande, wie z. B. die petrificirten Echinodermen meist die Structur anderer oft einfacherer Krystallformen des Kalkspathes darbieten. Nur, wie es scheint, ausnahmsweise, herrschen bei diesen thierischen Krystallbildungen die rein rhomboedrischen Formen, wie nach Türpin in den Eiern von Helix adspersa, nach R. Wagner in dem Gehörsteine der Cephalopoden und einzelner Knorpelfische, nach Siebold und mir in den blinddarmförmigen Kanälen der weiblichen Geschlechtstheile der Schaabe vor. Bei den Sepien und einzelnen Knorpelfischen zeigen sie sich dann auch in ausgedehnterer Drusenform. Sonst, wie z. B. in den Gehörsteinformationen des Menschen, der Säugethiere, der Vögel, der Reptilien und zum Theil der Knorpelfische, in der Hirn- und Rückenmarkshöhle der letzteren, vorzüglich der Batrachier, und nach Ehrenberg der Fledermäuse, in den an den Zwischenwirbellöchern der Frösche befindlichen Kalksäckchen, zum Theil in den genannten Kanälen der Schaabe, in der Nähe des centralen Nervensystems vieler Mollusken, an den Randkörpern der Medusen u. dgl. sind sie auf den ersten Blick mehr isolirt, obgleich auch hier oft genug Zwillinge, Drillinge, Verwachsungen von mehren u. dgl. vorkommen und noch eine andere regelmäßige Aneinanderlagerung derselben eintritt. Während sie nämlich schon in dem Gehörorgane des Kalbes und wahrscheinlich auch in dem anderer Thiere und des Menschen zu bestimmten Massen gruppirt, und nicht in der Vitrine des Vorhofes und der Ampullen unregelmäßig zerstreut erscheinen, finden sie sich in den soliden Gehörsteinchen des Proteus, der Frösche und anderer Reptilien so regulär an einander gefügt, daß eine mehr sphärische Gestalt des Steinchens herauskommt. Bei der Mauereidechse beobachten sie oft in den weichen halbcirkelförmigen Kanälen, wo sie sonst mangeln, eine zierliche polyedrische Anordnung. — Meistentheils sind diese stets mikroskopischen Kryställchen sehr klein und nur unter den stärksten Vergrößerungen in ihren Einzelnheiten wahrnehmbar. Nehmen wir z. B. diejenigen, welche sich in dem menschlichen Vorhofe vorfinden, die aber im Wesentlichen mit denen anderer Vorkommnisse übereinstimmen, zum Muster, so erreichen die längeren und schmaleren von ihnen eine größte Länge von 0,013 P. L., während die kleinsten noch unter 0,001 P. L. herabsinken und nicht selten Molecularbewegung darbieten. Die Breite der größeren, langen steigt bisweilen auf 0,003 P. L., verringert sich aber auch bei den kleineren auf eine sehr bedeutende Weise. Bei durchfallendem Lichte hell, weiß bis sehr schwach weißgelblich erscheinen ihre Ränder, vorzüglich die abfallenden Flächen schattiger bis dunkel. Bei auffallendem Lichte sieht man sie weiß und spiegelglänzend. Während sich die abfallenden Seiten- und Endflächen durch weiße Farbe und Glanz aus-

zeichnen, iſt das Innere mehr in der Farbe des dunkeln Grundes ſichtbar, ſo wie es Fig. 1. dargeſtellt worden. Abgeſehen von ihrer Kleinheit, welche hierzu die Anwendung der ſtärkſten Vergrößerungen nothwendig macht (Ocular Nr. 4; Objectiv Nr. 4. 5. 6. der großen Schiek'ſchen Mikroſkope), unterliegt die Beſtimmung der Form dieſer Kryſtalle deßhalb ſehr vielen Schwierigkeiten, weil die Kanten, welche ſich vorzüglich zwiſchen den Endflächen und den Seitenflächen befinden, bei der Undurchſichtigkeit und zum Theil der Spiegelung der Maſſe entweder gar nicht oder nur ſchwer kenntlich werden. Die meiſten ſäulenförmigen Kryſtällchen ſind hexagonale Prismen mit aufgeſetzter dreiſeitiger Endpyramide, deren Flächen denen des erſten Kalkſpathrhomboeders entſprechen. Bisweilen ſcheint auch, wie Krieger ebenfalls angiebt, die Endpyramide ſechsflächig zu ſein. Bei manchen auf der Fläche liegenden Kryſtällchen ſieht man manches Mal nur an einer Seite einen breitern Schattenſtreifen, während ſich an der andern Seite eine viel ſchmalere dunkle Linie befindet. Man könnte hierdurch auf die Idee kommen, daß man es mit vierſeitigen Prismen oder mit einer Kryſtallgeſtalt nicht ſowohl des Kalkſpathes, als des Arragonits zu thun habe. Allein wenn einerſeits das Vorkommen der Kryſtallformen beider Mineralien neben einander viel Unwahrſcheinliches hat, ſo erhält man bei genauerer Betrachtung faſt die Gewißheit, daß man hier mit einem hexagonalen, beiderſeitig pyramidal zugeſpitzten Prisma, deſſen Seitenflächen nur ungleich ausgebildet ſind, zu thun habe. Die Flächen des urſprünglichen Kalkſpathrhomboeders können ebenfalls eine ungleiche Ausbildung erlangen, ſich mit den Flächen des zweiten ſchärfern Rhomboeders oder des Skalenoeders combiniren, oder es können die Kanten und Ecken weniger ſcharf ausgeſprochen ſein. Das Letztere findet beſonders bei den kürzeren und breiteren Gebilden, welche ſich durch ihre mandelförmige Geſtalt auszeichnen, Statt. Ihre Kryſtällchen ſcheinen theils ſehr kurze Prismen mit vorherrſchenden Rhomboederflächen oder meiſt Combinationen von Skalenoedern und den beiden genannten Rhomboedern zu ſein. Krieger führt auch Skalenoederzwillinge auf, die ich jedoch noch nicht mit Beſtimmtheit beobachten konnte, obgleich natürlicher Weiſe ihr Vorkommen leicht möglich ſein dürfte. Zur Unterſcheidung der oft zarten Flächen diente mir noch am beſten die Methode, das Rohr des Mikroſkopes faſt horizontal und daher die zwiſchen zwei Glasplättchen befindlichen Kryſtalle mit dem Objecttiſche beinahe ſenkrecht zu haben. Nichts deſto weniger bleiben ſehr viele Geſtalten auch bei der größten Anſtrengung auf eine ſehr unbefriedigende Weiſe beobachtbar. Während aber viele von ihnen iſolirt ſind, erſcheinen andere regelmäßig oder unregelmäßig an einander gewachſen, aufſitzend u dgl. Manche zeigen ſich gebrochen und geſplittert. Ueber dem Feuer bräunen ſie ſich, werden aber bald wieder weiß, ſo daß bei ihrer künſtlichen Trennung eine geringe Menge organiſcher Subſtanz zwiſchen ihnen exiſtiren muß. Läßt man auf ſie einen Tropfen Eſſigſäure oder Chlorwaſſerſtoffſäure einwirken, ſo entbindet ſich aus jedem Kryſtällchen ein Quantum von Kohlenſäure, die bald in größeren Blaſen erſcheint. Einzelne Kryſtalle zeigen ſich im Mittelſtadium dieſer Auflöſung wie angefreſſen. Liegen ſie z. B. bei der Kröte noch der Hirnhaut auf, ſo erkennt man oft an dieſer nach vollendeter Kohlenſäureentwickelung helle Gebilde, welche noch ganz die Contouren der früheren Kryſtällchen haben. Zum Theil ſcheinen dieſes vielleicht feine organiſche Hüllen oder Grundlagen derſelben zu ſein. Bei Weingeiſtexemplaren von Batrachiern backen die Kryſtallhaufen, wie ich bei großen Subjecten von Bufo agua am deutlichſten ſah, zum Theil

mit den anliegenden Hirnhäuten zu großen harten, oft zackigen, unregelmäßigen Massen, die aber nach dem Zerdrücken noch die gewöhnlichen Kryställchen zeigen, zusammen.

Die Entstehung dieser Gebilde, welche im Embryo schon frühzeitig auftreten, ließe sich ganz einfach so denken, daß sie aus einer in ihrer Nähe befindlichen an kohlensaurer Kalkerde reichen Flüssigkeit, abgesetzt würden. Allein wenigstens in mehrfachen Fällen sind sie auch als Zelleninhalt und zwar zum Theil in einer Weise, welche an analoge Phänomene des Fettes erinnert, beobachtet worden. Schon früher bemerkte ich, daß bei Schaaffötus von 6—7″ Länge im Gehörorgane je 3—4 Kryställchen einem Nucleus auffaßen. Auch Krieger sah in der Larve von Pelobates fuscus Krystalle innerhalb der Zellen liegen. Carus, welcher eine embryonale, sich später bedeutend vermindernde Krystallablagerung in dem hintern Theil des Schädels der Natter wahrnahm, fand eben so, wie ich dieses früher bei den Kreidemassen der Schädel- und Wirbelhöhle der Froschlarven beobachtete, daß im Ganzen die größeren Krystalle mehr als in späterer Zeit vorherrschten. An der Schädel- und Wirbelhöhle der Batrachier und vorzüglich in den Otolithen junger Frösche erkennen wir, wenn wir die Vergleichung mit den Kryställchen des menschlichen Gehörorganes anstellen, dasselbe Gesetz wieder.

b) Schalige krystallinische Elemente.

Die Otolithen der Knochenfische und einzelner Knorpelfische zeigen oft eine mehr oder minder deutliche concentrisch schalige Structur, neben welcher sich bisweilen schon unter schwacher Vergrößerung ein strahlig faseriger auf die concentrischen Linien mehr oder senkrechter Bau erkennen läßt. Diese Verhältnisse schließen es dann aber nicht aus, daß die Gehörsteine bestimmte eigenthümliche rundliche, länglichrunde, platte Gestalten, rundliche Zacken an den Rändern, schöne Rosetten, geflossene Massen und dgl. darbieten. Zerbricht man sie, so haben sie meist unregelmäßige Bruchstücke, an denen hin und wieder ihre faserige Structur deutlicher wird. Die Fasern sind schmal und lang. Lassen wir z. B. auf ein kleines rosettenartiges oder geflossenes Gehörsteinchen, wie es in der Ampulle der halbcirkelförmigen Kanäle der Forelle gefunden wird, Essigsäure oder Chlorwasserstoffsäure einwirken, so entsteht wieder heftige Kohlensäureentwickelung. Die einzelnen blättrigen Massen, aus welchen die ganze Substanz besteht, werden deutlicher und bieten bald krystallinische, bald unkrystallinische End- und Seitenkanten dar, während an den angefressenen Rändern die einzelnen kleinen Fasern oder Stäbchen pallisadenartig hervorragen. Nach Krieger endigen diese Nadeln beiderseits spitz, gruppiren sich mehrfach an einander und erscheinen daher auch bisweilen in der Mitte schmaler, als nach ihren beiden Enden hin. Nach dem Aufhören der Kohlensäureentwickelung durch mäßig verdünnte Säure bleibt ein zartes organisches Skelett des Steinchens, welches nicht nur die frühere äußere Gestalt, sondern auch wenigstens an einzelnen Stellen die concentrische Schichtung und die strahlige Structur erkennen läßt und oft auch noch gleichsam krystallinisch reißt. Im Platintiegel geglüht, schwärzen sich diese Concremente, springen dann, besonders wenn sie frisch waren, mit Gewalt aus einander, bleiben lange dunkel, so daß oft ein Zusatz von Salpetersäure zur schnellern vollständigen Verascbung nothwendig wird, und liefern eine grauweiße Asche, welche vorherrschend, wo nicht allein aus kohlensaurem Kalke besteht.

Die sogenannten concentrisch schaligen krystallinischen Kugeln bilden, wo sie in einfachster Form vorkommen, sphärische Theile, in welchen um eine mehr oder minder gegen den Mittelpunkt hin befindliche Kernpartie concentrische, gleich oder ungleich breite Schichten herumgelagert sind. So sehen wir sie häufig in dem Chorion der Eidechsen (nach Purkinje, Raschkow und Henle in dem Zahnsäckchen des Menschen und einzelner Säugethiere), in dem Harne des Pferdes und des Esels, dem Hirnsande des Menschen und nach einer von mir ein Mal gemachten Erfahrung in dem zerstörten Auge des Pferdes. Die am nächsten stehenden Formen sind länglichrunde oder regulär oder irregulär nierenförmige oder Verschmelzungen mehrer Kugeln oder traubenförmige oder maulbeerartige Gestalten, so daß dann im letztern Falle ein solches Concrement einem Maulbeersteine aus dem Harne ähnlich wird. Neben diesen Formen finden sich noch oft, wie man aus den Figuren 2 a bis w gelieferten Zeichnungen besser, als aus langen Beschreibungen ersehen dürfte, die paradoresten Steinchen z. B. in dem Hirnsande des Menschen, vorzüglich in den Adergeflechten, die man zu diesem Zwecke am besten durch eine Lösung von kaustischem Kali vorher durchsichtiger macht. Bei einem 18jährigen Jünglinge z. B. maßen hier die runden Kugeln 0,003 P. L. und noch weniger bis 0,040 P. L. und noch mehr. Längliche erreichten nicht selten einen Diameter von 0,060 P. L. Verwachsene werden so groß, daß sie dem freien Auge schon als Sandkörner auffallen. Während aber ferner Kugelgebilde der Art die rudimentäre mikroskopische Eischalenformation einzelner Amphibien, z. B. der Eidechsen darstellen und mehr verschmolzen und zum Theil größer die zierlichen Sterne der Testa an dem Chorion von Python tigris erzeugen, bedingen sie auch bei den Vögeln (und wahrscheinlich den Schildkröten) die Bildung der später continuirlichen Eischale wie die individuelle Entwickelung derselben nnd die auf einer Bildungshemmung beruhenden sogenannten schalenlosen Eier beweisen. — Die krystallinischen Kugeln haben sehr oft dunkele breitere Ränder und hellere Innentheile, so daß sie, wenn sie rund sind, oft auf den ersten Blick wie Luftblasen aussehen. Ich würde auch fast glauben, daß diese in manchen Fällen bei dem menschlichen Zahnsäckchen für krystallinische Kugeln angesehen werden. Sie sind in dem menschlichen Hirnsande meist weißlicher, in dem Urin des Pferdes gelblicher und zeigen in dem erstern meist mehr ihre concentrisch schalige (Fig. 2. *a. b. n.*), in dem letztern ihre strahlig auseinander laufende, faserige Structur (Fig. 3. *a*). Wie dieses in Betreff der größeren Kugeln der Fall ist, so findet auch dasselbe rücksichtlich der kleineren verwachsenen und aufsitzenden, welche die Maulbeerform und verwandte Gestalten erzeugen, Statt. Schon an vielen einfachen Kugeln, vorzüglich aus dem Harne des Pferdes, sieht man im Innern einen kernähnlichen Kreis und ganz im Mittelpunkte ein helles rundliches Körperchen. Bei verschmolzenen Kugeln kehrt dieses einfach oder selbst mehr oder minder doppelt wieder, wie ich dieses beispielsweise Fig. 3. *b.* gezeichnet habe und es selbst im menschlichen Hirnsande (Fig. 2. *o.*) mehr oder minder kenntlich ist. In anderen Kugeln grenzen sich wieder mehr nach der Peripherie und an dieser ein oder mehre hellere concentrische Kreise ab. In anderen endlich ist nur ein heller Mittelpunkt (Fig. 3. *a.*) sichtbar. Mit diesen Kugelgebilden sind aber die im Harne des Pferdes nicht selten vorkommenden Drusengebilde von Krystallen und krystallinischen Substanzen, die entweder einfache Massen oder Doppelgebilde (Fig. 3. *c.*) oder andere Formen darstellen, nicht zu verwechseln. Eine Reihe eigenthümlicher Verhältnisse entstehen, wie es

scheint, durch das (spätere) Wachsthum dieser Kugelgebilde, wie sie vorzüglich im Hirnsande vorkommen. Bei vielen derselben erscheint ein heller, durchsichtiger Rand (Fig. 2. b. m.), der oft so herum geht, daß man bei flüchtigem Anblicke glauben könnte, die Kugel liege in einem Zellgebilde (Fig. 2. f. z. r.) Auch an verschmolzenen Kugeln erscheinen häufig genug solche hellere, gleichfalls erdige Randtheile (Fig. 2. f. g. h. k.). Sie zeigen stets, wenn sie einige Breite haben, concentrische, oft wellenförmige Streifungen (Fig. 2. i. p. u.). Zerdrückt man die Kugeln, so springen sie meist strahlig (Fig. 2. s. t. v.), und wenn sie lang sind, oft quer (Fig. 2. w.), bisweilen etwas unregelmäßiger (Fig. 2. v.). Die Sprungstücke sind oft keilförmig und haben auch noch eine strahlig faserige Structur. Eben so findet man einzelne Faserfragmente nicht selten isolirt. Nach Behandlung mit Säuren bleibt ein organisches Skelett, welches die Form der frühern Kugel wiedergiebt, und oft die concentrisch schalige Structur auch noch sehr gut erkennen läßt. Dem Feuer ausgesetzt, schwärzen sie sich und veraschen oft, selbst in anhaltender Rothglühehitze und unter dem Luftzuge, sehr schwer. In der Asche bleibt wenigstens unzweifelhaft ihre Totalform und bisweilen ihre schalige Schichtung noch kenntlich. Im Hirnsande bestehen sie, aus sehr viel kohlensaurer und weniger basisch phosphorsaurer Kalkerde, mit welchen Bestandtheilen sich noch nach Stromeyer phosphorsaure Bittererde und Ammoniak, nach van Ghert etwas kohlensaures Kali verbindet. Größere Massen derselben aus dem Harne des Pferdes blieben sich zwar darin constant, daß sie sehr viel kohlensaure und viel weniger phosphorsaure Talkerde enthielten, allein die Procente dieser letztern wechselten, was wahrscheinlich von der Mischung älterer und jüngerer Zustände derselben abhing. Ich erhielt in zwei Analysen, welche mit der Asche angestellt wurden, in 100 Theilen:

	I.	II.	Mittel.
Organisches Skelett . .	8,55	8,63	8,59
Basisch phosphorsaure Kalkerde	7,563	7,630	7,596
Kohlensaure Kalkerde . .	78,940	78,761	78,850
Schwefelsaure Kalkerde .	2,991	3,216	3,104
Phosphorsaure Talkerde .	0,585	- -	0,293
Chloralkali	0,978	1,078	1,028
Chloralkali, Eisenoxyd und Verlust	0,393	0,685	0,539
	100,000	100,000	100,000

Hierbei ist die Bestimmung der Schwefelsäure aus Gründen, welche schon in dem Art. Ernährung angeführt worden, nicht ganz exact. Bei einer dritten Untersuchung, die ich an den frischen Concrementen anstellte, kam ich nur auf 6,10% basisch phosphorsaurer Kalkerde, dafür auf 84,95% kohlensaurer Kalkerde und 1,88 phosphorsauren Talkes.

Einen Uebergang zu der folgenden Abtheilung scheinen die Krebssteine zu bilden. An frischen geeigneten Exemplaren, welche keine concentrische Schichtung darbieten, sieht man dunkele Pünktchen und Linien, welche oft die Begrenzungen der allmälig abgesetzten Kalktheile, oft aber auch die Andeutungen

der inneren Structurſprünge zu ſein und bisweilen ein netzförmiges Anſehen anzunehmen ſcheinen. Auf feinen Schliffen, bei deren Zubereitung die Maſſe ſich ſehr leicht zerpulvert, ſtellt ſich das Ganze durch eben jene Linien wie areolirt dar. Oft erſcheinen bei ihnen, wie bei den friſchen Steinen noch unregelmäßige, größere, dunkele Körperchen oder Flecke. Nach Behandlung mit Chlorwaſſerſtoffſäure bleibt ein ſehr zartes, organiſches Skelett, in welchem die früheren dunkelen Pünktchen in hellerm Zuſtande kenntlich bleiben, zurück. Nach Dulk enthalten dieſe Gebilde 15,76 % thieriſche Stoffe, 63,16% kohlenſaure Kalkerde, 17,30 phosphorſaure Kalkerde, 1,30 phosphorſaure Talkerde und 1,41 kohlenſaures Natron.

c. Unbeſtimmtere Maſſen.

Häufig erfolgen, vorzüglich unter krankhaften Verhältniſſen Ablagerungen von unorganiſchen oder vorherrſchend unorganiſchen Subſtanzen in Form von Körnchen oder unregelmäßigen, verſchmolzenen, oft zackigen Maſſen, wie z. B. bei den Verknöcherungen in den Arterien, den venöſen Klappen des Herzens, den dreizipfligen Klappen der Lungenarterie und der Aorte, den Concrementen der Bronchialdrüſen und der Lungen und dgl. Bei manchen Proceſſen, wie bei der Vererdung vieler Entozoenbälge, z. B. von Trichina spiralis, ſcheinen ſolche an kohlenſaurer Kalkerde reiche Ablagerungen, welche zuerſt in Form von Körnchen auftreten, auch auf normalem Wege zum Vorſchein kommen zu können.

2. Fett.

Das mechaniſch abgelagerte Fett erſcheint als ein eigenthümlicher Gewebtheil, welcher meiſt in den zwiſchen dem Zellgewebe befindlichen Räumen enthalten iſt. Da es ein nach den verſchiedenen Ernährungszuſtänden variirender Beſtandtheil iſt, ſo finden wir ſeine Mengen vorzüglich unter der Haut, im Gekröſe, in den Netzen, der Nierenkapſel, in dem verbindenden und interſtitiellen Zellgewebe und dgl. äußerſt verſchieden. Nur an einzelnen Stellen, wo die größeren Fettanhäufungen einen mechaniſchen Zweck oder beſonders begünſtigende Momente der Ablagerung darbieten, werden, wie z. B. in der Augenhöhle, an den Wangen, größere Quantitäten auch bei den magerſten Perſonen vorgefunden. Nur bei dem geringſten Quantum von Fettablagerung erſcheinen die Fettkugeln iſolirter oder ſchwach traubenförmig aggregirt. Sonſt bilden ſie in Verbindung mit dem ſie haltenden Zellgewebe größere Träubchen, Läppchen und dgl. mehr. Da das menſchliche Fett im Leben ſowohl, als bei gewöhnlicher Leichentemperatur flüſſig bleibt, ſo erſcheinen hier die meiſten Fettkugeln als Oeltropfen, welche in einfachen Zellen eingeſchloſſen ſiud. Dieſe liegen dann in den Maſchenräumen des Netzwerkes des Zellgewebes. Bei feſteren Fetten, ſo wie bei dem Eintrocknen ereignet es ſich oft, daß ſie bei der Erſtarrung einander gegenſeitig drücken, eine polyedriſche Geſtalt annehmen [1]) und ſo Pflanzenzellen ähnlicher werden. Sie ſind z. B. in der Fußſohle des Menſchen rundlich bis länglichrund, meſſen in ihrem ſchiefen Diameter 0,010 bis 0,040 P. L.; zeigen vorzüglich dunklere ſeitliche Contouren, während ihr Inneres ſo durchſichtig iſt, daß die Begrenzungen der darunter liegenden Fettkugeln deutlich hindurchſcheinen, behalten dieſe Transparenz auch bei auffallen-

[1]) Oft ſind nur eine oder mehre Flächen der Fettkugel gerader, die übrigen abgerundeter. Einzelne Endkugeln der Art zeigten auch wohl Furchungen und Einſchnitte.

dem Lichte bei, haben hier weiße glänzende Ränder und erinnern in beiden Zuständen nicht selten an merenchymatisches Zellgewebe der Pflanzen. Durch Druck tritt ihr öliger Inhalt hervor und verbindet sich oft zu größeren oder mittelgroßen Tropfen, während reichliche kleinere, unter einander an Größe sehr verschiedene Fetttropfen an der Oberfläche der zurückbleibenden Hülle der Fettcysten aufliegen. Bisweilen existiren an einzelnen Stellen dieser Fettzellen aufliegende Körperchen, die auch oft an den Seitenrändern oder den Kantenwinkeln erscheinen. Bisweilen zeigen sich unter der Zellenwandung und an der Oberfläche des fettigen Zelleninhaltes in neuester Zeit von Henle und Jul. Vogel beobachtete sternförmige Figuren, welche der Letztere für Krystalle von Margarinsäure erklärt. Nach Anwendung von Säuren z. B. sehr energisch nach der von Vitriolöl, strömt das ölige Fett theils in kleineren Tropfen, die sich später oft zu größeren sammeln, theils von vorn herein in solchen hervor, während die früheren Formen der Zellen im Anfange noch kenntlich bleiben. Mit Essigsäure erfolgt ein ähnliches Austreten, nur langsamer und oft unvollständiger. Nach Ausziehen des Fettes mit Aether bleiben nach Henle die äußerst zarten Zellen, in welchen jenes eingeschlossen ist, in den früheren Formen zurück. Ganz etwas Aehnliches sah ich nach Behandlung mit mäßig verdünnter Schwefelsäure. In den ausgebildeten Zellen des schon dem freien Auge gelb erscheinenden Fettes kann man in der Regel keine unzweifelhafte Kernbildungen im Innern erkennen.

Die Entwickelung der Fettzellen ist im Ganzen noch nicht ganz vollständig gekannt. Schon früher bemerkte ich, daß sich, wenn man an den Leichen sehr abgemagerter Menschen die Haut z. B. über dem großen Brustmuskel abzieht und feine Schnitte des in geringer Menge vorhandenen gelbröthlichen Fettes untersucht, schöne, oft an ihren Wandungen granulirte, polyedrische Zellen mit meist kenntlichen blassen granulösen Kernen darstellen. Dem Centrum des Nucleus entsprechend liegt eine sehr große Fettkugel und concentrisch um diese, mehr oder minder zerstreut, eine größere oder eine geringere Menge kleinerer Fettkugeln. Offenbar hat Henle in dem Unterhautzellgewebe des Oberschenkels einer wassersüchtigen Leiche dasselbe, jedoch in einem etwas vorgerücktern Stadium, da er des Kernes nicht mehr erwähnt und manchmal schon in einer Schale zwei größere Bläschen existirten, wahrgenommen. Zugleich bemerkte er, daß die Zellen einzeln längs der Capillargefäße lagen — ein Verhältniß, welches wir bei den Pigmentzellen wiederkehren sehen werden. In dem gelbröthlichen, dem Rückenmarke aufliegenden Fette des Kalbes sah ich innerhalb einer durchsichtigen, bestimmt wandigen Zelle große Fettkugeln mit zerstreuten concentrischen kleineren. Hieraus erhellt wenigstens soviel, daß sich Fett in dem Innern von Zellen ablagern und hier zu einer gewissen Periode das eigenthümliche Verhältniß darbieten kann, daß eine größere Fettkugel oft entsprechend dem Kerne der Zelle gelagert ist, während sich kleine Fettkugeln rund herum befinden. Später vermehrt sich die Menge des Fettes, so daß wahrscheinlich durch Zusammenfließen der einzelnen Oeltropfen, abgesehen von der Vermehrung ihrer Substanz, die Fettkugeln größer werden. Die Zellenwand bleibt fein und harmonirt später in ihrer Totalform mehr oder minder mit der runden oder anderweitigen Gestalt der Fettkugel. Das Verhalten des Kernes bietet noch mehrfache Dunkelheiten dar. Schon Schwann zeichnete aus der Schädelhöhle einer jungen Plötze eine Fettzelle, bei welcher der große Oeltropfen fast den ganzen Innenraum ausfüllt und der länglichrunde mit einem Kernkörperchen versehene Kern excentrisch zwischen Zellenwand und Fettkugel liegt. Bei Weingeistexemplaren menschlicher wohlgenährter Früchte aus

dem fünften Monate sahe ich in dem Unterhautzellgewebe der Fußsohle theils Fettzellen, welche schon denen des Erwachsenen gleichen, von denen aber die mittelgroßen und zum Theil die größeren erst 0,008 bis 0,010 P. L. messen, auf denen oft einfache oder mehrfache kleinere Fettkugeln, die man nicht für Kerne halten darf, aufliegen, um welche nicht selten kleinere auch in den mannigfachsten Stellungen und wechselseitigen Anlagerungen stehen (Fig. 4. *a.*) und die selbst schon bisweilen an ihrer Oberfläche die strahligen Linien zeigen, theils andere Formen, welche über die Entwickelung mehr Aufschluß geben. Bei vielen erscheint die umgebende Zellenmembran viel deutlicher, als im Erwachsenen (Fig. 4. *b.*). Bei anderen erscheint innerhalb einer Zelle eine größere Fettablagerung, welche das Lumen der erstern nicht vollkommen ausfüllt (Fig. 4. *c.*). Der Rest der Zelle hat oft ein streifiges Aussehen und an der Wand erscheint ein längliches anliegendes Körperchen. An anderen Fettkugeln haftet eine Art von Nebenkörper mit ähnlicher Streifung (Fig. 4. *c.*) oder es sitzt ein mehr zellähnliches Gebilde, welches auch um einen nucleusartigen Theil concentrisch gestreift ist, auf (Fig. 4. *d.*). In anderen Fettzellen sieht man zwei Fettkugeln, welche sich oft an den einander zugewandten Wandungen abplatten, da hier häufig deutlich eine scheidende Zwischenwand hindurchgeht. Die Seitenwände der Mutterzelle sind entweder einfach (Fig. 4. *g.*) oder haben dieser Grenze zwischen den beiden Fettkugeln entsprechend eine Einschnürung (Fig. 4. *f.*), so daß man auch an eine Vermehrung dieser Fettzellen durch Theilung denken könnte. Die letztere Anschauung darf man jedoch nicht mit der von zwei isolirten und selbstständigen, jedoch eng an einander liegenden, Fettzellen verwechseln. Im Ganzen scheint daher die Ausbildung des Kernes, der wenigstens bisweilen mit der Zellenwand in innigere Beziehung treten dürfte, mit der Fettablagerung im umgekehrten Verhältnisse zu stehen. Auch die Zellenwände sind in größeren Fettcysten einfacher, als in den oben erwähnten Zellen mit unvollkommnerer Fettablagerung. Sie dehnen sich fast unzweifelhaft mit der spätern Vergrößerung der Fettkugeln aus. Es bleibt aber künftigen Untersuchungen vorbehalten, ob nicht überhaupt mehre Arten von Fettzellen selbst in dem Menschen und den höheren Thieren existiren oder ob jene granulirten Zellen später in gewöhnliche Fettzellen übergehen. Jedenfalls zeigen sich an vielen Stellen, welche später Fettanhäufungen haben, helle mit Nucleis versehene Zellen, deren Beziehung zu den späteren Zellen noch zu studiren ist.

Die chemisch gebundenen Fette und die als bloße Bestandtheile anderer Producte vorkommenden Oeltropfen und Fettmolecule, Secrete gehören natürlicher Weise nicht hierher. Auf die Verhältnisse, unter welchen das Fett als Pigment dient und selbst den Inhalt von verästelten Zellen, die sonst bei dem gewöhnlichen Fette nicht beobachtet werden, darstellt, kommen wir in dem nächsten Abschnitte zurück.

Das menschliche Fett, welches zu den flüssigeren Fetten gehört, ist gelb, hat ein spec. Gewicht von 0,932 (Krause) und keinen besondern Geruch. Sein durch Ausziehen mit kochendem Alkohol dargestelltes Stearin ist farblos, schmilzt bei 50° und erstarrt dann erst bei 41° in nadelförmiger Krystallisation. Das Elain desselben ist farblos bis gelblich von 0,913 spec. Gewicht, bleibt noch bei — 4° flüssig und schießt bei niederer Temperatur in Nadeln an (Berzelius). Das Fett des menschlichen Körpers besteht nach Chevreul aus 79,0% Kohlenstoff, 11,416% Wasserstoff und 9,584% Sauerstoff. Ueber sein Elain und seine Formel s. d. Art. Ernährung.

Von der Ablagerung des Fettes wurde auch schon in dem Art. Ernährung

gehandelt. Wo seine Existenz nach den verschiedenen Ernährungszuständen eine schwankende ist, scheint seine Deposition keinen ganz speciell bestimmten Zweck zu haben, sondern eben da, wo die günstigsten Bedingungen für dasselbe existiren, einzutreten. Es findet jedoch auch hier eine gewisse Reihenfolge Statt. Es setzt sich z. B. kein Fett in den Netzen und dem Gekröse ab, so lange nicht eine bedeutendere Menge desselben unter der Haut existirt. An den Stellen, wo es constanter vorhanden ist, dient es meist zu mechanischen Zwecken, um gerundete Formen hervorzubringen, um als weicheres Polster zu functioniren u. dgl., während es sich krankhaft leicht in großer Menge anhäuft, und so z. B. die immer wachsenden Lipome erzeugt, lagert es sich bei gewissen Verkrüppelungen des Wachsthums- und Ernährungsprocesses in größter Menge ab, beschränkt oder verdrängt die normalen Gewebtheile und erzeugt so die sogenannte Fettverwandlung der Muskeln, Nerven u. dgl. Hier erreichen auch die Fettkugeln oft sehr bedeutende Größen (bis 0,06 P. L.), wie ich bei einem Monstrum des Kalbes und dem einem 19jährigen Mädchen abgenommenen Unterschenkel, dessen klumpfußartig verbildeter Fuß seit dem ersten Lebensjahre bis auf schwache Bewegungen der großen und kleinen Zehe gelähmt war, sah.

3. Pigmente.

Färbungen, welche die einzelnen Gewebe darbieten, hängen natürlich theils von ihrer bleibenden physikalischen und chemischen Beschaffenheit, theils auch von den Verhältnissen der Stellung und Lage, in welchen sie sich befinden, ab. In ersterer Beziehung kann ein eigener Farbestoff existiren oder nicht. In letzterer erscheinen Theile durch ihre gegenseitige Anlagerung, durch das Hindurchscheinen verschieden gefärbter Gebilde, durch die farbige Brechung des Lichtes, welche in den zwischen ihren Elementartheilen befindlichen feinen Spalten stattfindet u. dgl. mehr, mehr oder minder eigenthümlich auf eine mehr bleibende Weise gefärbt oder in verschiedenen Farbennuancen irisirend. Das letztere und das bläuliche Schillern kann außer den obigen Gründen noch durch Reflex oder durch entoptische Farben hervorgerufen werden. Während z. B. die sehr feinen Sehnenfäden und Sehnenbündel grünlich, violett, röthlich u. dgl. schillern, während der Glanz und die Irisation des Tapetum der Säugethiere wahrscheinlich von ähnlichen feinen Fäden, welche sich in ihm vorfinden, abhängt, zeigen die sehr dünnen, länglichen, spießigen Blättchen, welche an dem Bauchfelle, der Regenbogenhaut u. dgl. bei den Fischen vorkommen, eben ihrer Dünne wegen bei durchfallendem Lichte mehr oder minder starke Schillererscheinungen, während sie haufenweise und auf dunklerm Grunde mehr optische Reflexphänomene bedingen. Alle diese Arten von Färbungen werden in der Regel nicht mit dem Namen des Pigmentes bezeichnet. Unter diesem versteht man oft nur diejenigen Colorationen, welche durch einen eigenthümlichen Zelleninhalt hervorgerufen werden, und die meist schwarz, braun, kupferfarben u. dgl. ausfallen. Die Körnchen, welche diese dunkelen Farbennuancen bedingen, heißen Pigmentmolecule. Während aber einerseits auch andere Färbungen als die oben genannten dunkleren auftreten können, vermag auch die Beschaffenheit der das Pigment erzeugenden Elemente von der jener obigen Molecule abzuweichen und z. B. rein ölig zu werden. Man sieht hieraus, daß man den Begriff des Pigmentes nur nach Einem vorzüglich häufigen Vorkommen desselben ziemlich unbestimmt und, wenn man will, auch unlogisch aufgestellt hat. Dadurch, daß diese Pigmentelemente als Zelleninhalt neben oder wenigstens primitiv unabhängig von dem Kerne erscheinen, stellen sie sich anatomisch gewissermaßen dem Fette parallel.

Beispiele von Pigmentirung durch eingestreute, oft den Blutgefäßen anliegende Fettkugeln geben die Regenbogenhaut der Eulen, von Fett als Inhalt von Zellen, welche die Verästelung mit den dunkelen Pigmentzellen gemein haben, die Bildungen, welche an der Pigmentmembran unter der Schale des Flußkrebses vorkommen. Nicht selten erscheinen bei verschiedenen Thieren Pigmentzellen mit gelbem, röthlichem, violettem Pigmente. Ein gutes Beispiel von gewissermaßen weißem Pigmente giebt der hornige weiße Fleck am Oberschnabel des Hühnerembryo. Macht man ihn durch etwas kaustisches Kali durchsichtiger, so erscheint er, da wo er noch nicht zu sehr angegriffen worden, bei auffallendem Lichte weiß. Bei durchfallendem dagegen stellt er sich als eine Aggregation von oft deutlich kernhaltigen Zellen mit kleinkörnigem Inhalte, ganz einerseits an embryonale Hornzellen erinnernd und anderseits an einfache Pigmentzellen, dar (Fig. 16.). Einer eigenthümlichen Art gefärbter Zellen begegnen wir z. B. an der Vorderfläche der Iris der Frösche. Schaben wir das hier befindliche goldgelbe Pigment ab, so finden wir gelbe, runde, rundlich eckige, längliche, einseitig geschwänzte und anderweitig gehörnte Zellen, von denen einzelne (wahrscheinlich wegen zu starker Pigmentbildung) keinen Kern zeigen, während dieser bei anderen gerade hell ist und durch seine Farblosigkeit oder die an seiner Stelle befindliche Helligkeit auffällt (Fig. 5. *a.*). Ein Mal sah ich eine helle Zelle, in welcher ein weißer von Körnchen und gelber Färbung befreiter Streif existirte (Fig. 5. *b.*). Bei einzelnen Zellen sieht man im Innern große, dunkelkörnige, mehr oder minder ins Röthliche fallende Massen. Andere zeichnen sich dadurch aus, daß sie einen großen rothen Körper gleich einem Nucleus darbieten (Fig. 5. *c. d.*). Bisweilen haften auch zwei Zellen in der Fig. 5. *e.* gezeichneten Gestalt an einander, oder bilden gar, wie die Leberzellen des Menschen, ganze Reihen; bisweilen hat die Zelle Fortsätze (Fig. 5. *f.*). Bisweilen erscheint neben dem rothen kernartigen Körper ein wieder durch Helle ausgezeichneter Kern (Fig 5. *g.*) u. dgl. mehr. Der schiefe Durchmesser der mittelgroßen länglichrunden Zellen der Art beträgt 0,012 P. L. Die langen erreichen Longitudinaldurchmesser von 0,022 P. L. und noch mehr.

Das gewöhnlich sogenannte schwarze oder körnige Pigment wird dadurch erzeugt, daß meist platte Zellen wahrscheinlich immer oder wenigstens meistentheils runde Pigmentmolecule als Inhalt in so reichlichem Maße besitzen, daß nach Maßgabe der vorhandenen Menge derselben dunkele braune bis schwarze Färbungen herauskommen. Diese Molecule sind sehr kleine, noch bei stärkeren Vergrößerungen dunkel erscheinende, unter einander verschieden große, meist rundliche, oft mehrfach an einander hängende Körperchen, welche im Wasser äußerst lebhafte Molecularbewegung darbieten und sich daher zu Beobachtung dieses Phänomens besonders eignen. Sie verlieren bei stärkeren Vergrößerungen nicht nur an Farbe, sondern zeigen sich bisweilen blaßgelblich mit dunkelen vollständigen oder unvollständigen oder auch fehlenden Randschatten, die oft verhältnißmäßig sehr bedeutend sind, und erscheinen dann meist rund, bisweilen länglich und bisweilen (wahrscheinlich durch Aneinanderfügung von zweien) biscuitförmig. Nach Henle sollen sie platt sein. Sie lösen sich nicht in kaltem oder warmem Wasser, in Aether oder Weingeist, in Oelen, in concentrirter Essigsäure und in verdünnten Mineralsäuren, so lange diese keine Zersetzung bewirken, obgleich sie im erstern Falle einen Stich in das Gelbe annehmen, sind aber nach langer Digestion in kaustischem Kali löslich (Berzelius). Zellen, welche die Pigmentmolecule enthalten, zeichnen sich sehr oft durch eine Geneigtheit zu sehr verschiedenen und zum Theil paradoxen Formen

aus. Seltener sind sie rund bis länglich rund, sehr häufig polyedrisch, ähnlich dem parenchymatischen Zellgewebe der Pflanzen, wie z. B. in der Choroidea des Menschen (Fig. 6.) und der Wirbelthiere (Fig. 7. *a.* aus dem Frosche). Oft findet man sie becherförmig (Fig. 7. *b. c.*) oder cylinderförmig bis champagnerglasartig (Fig. 7. *d. e.*), wie z. B. an der Choroidea des Frosches, oder streifenartig (Fig. 8.), bald haben sie stachelige Fortsätze, ähnlich älteren Epitheliumzellen, bald anderweitig paradoxe Gestalten, wie an der Aderhaut der Vögel u. dgl. mehr. Eine große Mannigfaltigkeit der Formen entsteht endlich dadurch, daß die Pigmentzellen mit einfachen oder mehrfachen Verlängerungen versehen und so verästelt oder zu Pigmentramificationen werden. Diese sind entweder einfacher, wie z. B. Fig. 8. *a.* aus der menschlichen Choroidea (Lamina fusca), oder zusammengesetzter, bis sie endlich vielfach verzweigt werden und sich häufig unter einander vereinigen, wie wir dieses z. B. an den Pigmentramificationen der Haut des Frosches sehen. Die Aeste der Zellen bleiben hier bei den einfacheren Formen einfach, theilen sich aber auch oft, z. B. in der Haut der Frösche. Herrschen die Seitenäste vor, so erscheint der eigentliche Zellenkörper als ein dickerer mittlerer Theil. Oft bilden sich an diesem durch Einschnürungen unvollständige Abtheilungen, von denen erst die wahren Aeste ausgehen. Oft haben die letzteren einfache oder büschelige haarförmige Fortsätze u. dgl. mehr. Natürlicher Weise liegen die Pigmentzellen, wo sie verästelt sind, isolirt. Ihre Zweige haben aber die Tendenz, von benachbarten Stellen zusammenzustoßen und sich in selbst verhältnißmäßig großen Entfernungen, wie durch eine gegenseitige Anziehung geleitet, aufzusuchen. Bisweilen lassen sich noch die trennenden Zwischenwände deutlich wahrnehmen. Bisweilen ist dieses aber unmöglich, ohne daß sich jedoch bei der Menge des Pigmentes auf ihren Mangel mit Bestimmtheit schließen ließe. Wo aber diese Pigmentramificationen vorkommen, erzeugen sie selbst bei der allseitigsten Verbindung keine vollständige Schwärzung, sondern es bleiben zwischen den Astvereinigungen größere oder kleinere helle Lücken übrig. Durch manche äußere Verhältnisse können auch noch eigenthümliche Abweichungen in ihren wechselseitigen Zweiganastomosen hervorgerufen werden. In der Haut des Frosches z. B., wo sie in Verbindung mit dem neben ihnen vorkommenden rothgelben und gelben Pigmente die Mündungen der Hautdrüsen zu umgeben haben, erzeugen sie allein oder zum Theil mit den Zellenkörperchen rundliche, vollständige oder unvollständige Kränze, welche die Drüsenmündung umschließen. Oft kommen von mehren benachbarten Pigmentramificationen zahlreiche Pigmentäste zusammen und stellen diese Kranzbildung, in welcher sich häufig angeschwollene Partien zeigen, dar. Man sieht überhaupt leicht, daß die unendliche Mannigfaltigkeit, welche hier stattfindet, durch Wort oder Abbildung nicht wiedergegeben werden kann. Nicht minder groß sind die Verschiedenheiten, welche sich rücksichtlich des Baues der Zellenwände und des Inhalts der Pigmentzellen darbieten. Bei vollständig gefüllten Zellen lassen sich die Wandungen entweder gar nicht oder nur an den Rändern oder im verletzten Zustande der Zelle wahrnehmen. Bei den polyedrischen dicht an einander gelagerten Formen erscheinen zwischen den dunkelen polygonalen Flecken helle Streifen, die, wie die genauere Untersuchung lehrt, nichts als die (doppelten) Wände der an einander liegenden Zellen sind. Wo die Füllung unvollständiger ist, läßt sich dann an dem leeren Theile die Wandung deutlicher beobachten. In der Choroidea des erwachsenen Frosches z. B. bemerkt man von vorn herein, daß sie hier derb ist und so gewissermaßen an die späteren Stadien der Epithelialzellen erinnert. An ihr erkennt man oft ein granulirtes Wesen, oft deutlich

gesondert erscheinende anliegende Körnchen, die nicht immer Pigmentmolecule sind. Bei genauerer Betrachtung der letzteren fallen häufig Streifungen, die bald mehr longitudinal (Fig. 7. *b.*), bald anders gerichtet verlaufen, und die sich bisweilen wie knotige Fädchen darstellen, auf. Ja es hat nicht selten, vorzüglich an den Zellenenden, den Anschein, als seien die Pigmentmolecule oft auch linienartig gestellt. Bei völlig gefüllten Pigmentzellen ist im unverletzten Zustande der Kern nicht sichtbar. Da aber bei geringerer Füllung die Gegend des Kernes entweder ganz frei bleibt oder pigmentärmer ist, so erscheint dieser dann als ein in der Zelle befindlicher heller, mehr oder minder runder Theil (Fig. 7. *a.*, Fig. 8.), welcher oft wie ein Loch aussieht und früher auch häufig dafür gehalten worden ist. Bei weniger gefüllten Zellen zeigt er sich meist noch deutlicher. In den cylindrischen Zellen der Choroidea des Frosches liegt er oft oben in dem von Pigment freiern Theile und bietet ein deutliches Kernkörperchen dar (Fig. 7. *d. e.*). Bei allen diesen Formen erscheint er farblos. Bei den schon mehrfach genannten Pigmentzellen aus dem Auge des Frosches finden wir noch oft ein, selten mehre, meist rundliche und bisweilen mit deutlichen doppelten Contouren versehene, gelbröthliche bis gelbliche Körperchen (Fig. 7. *c. g.*), welche leicht für Kerne gehalten werden. Ich habe jedoch Zellen gesehen, die außer diesem Körperchen an pigmentloseren Stellen einen deutlichen rundlichen und farblosen Nucleus darboten. — Bei den Pigmentramificationen in der unter dem Hautskelette der Krebse liegenden gefärbten Membran, in welchen die Färbung durch einen entschieden öligten Inhalt erzeugt wird, sind die Gesetze ihrer anatomischen Bildung den verästelten Zellen des schwarzen Pigmentes analog.

Da das körnige Pigment nicht sowohl ein ursprünglicher eigenthümlicher Gewebtheil ist, als durch die Ablagerung der dunkel schwarzbraunen, bei stärkeren Vergrößerungen heller erscheinenden Körnchen als Zelleninhalt (gleich dem Fette) hervorgerufen wird, so erhellt schon hieraus, daß einerseits seine Zellen auch ein anderes Contentum führen und so theilweise oder gänzlich anders erscheinen, und daß anderseits seine Ablagerung in sehr verschiedenem Grade Statt zu finden vermag. Schon einzelne Stellen der Zellen selbst und vorzüglich die Enden der Aeste der Pigmentramificationen enthalten oft kein Pigment, zeigen aber, wenn auch meist sparsamer, Körnchen, die man vielleicht mit Recht mit dem Namen eines weißen bis grauen Pigmentes belegen könnte. An den Augen von Albinos der Kaninchen fehlen nicht die Pigmentzellen der Choroidea. Sie führen nur keine oder höchst sparsame dunkele Pigmentmolecule. Ja wahrscheinlicher Weise gehören die verschiedenen Verhältnisse der Hautfarbe des Menschen ebenfalls hierher. Da die den Neger charakterisirenden größeren, oft polyedrischen Pigmentzellen zwischen der Epidermis (dem Malpighi'schen Schleime) und der Lederhaut liegen, so läßt sich vielleicht denken, daß diese Zellen nicht stets unverändert bleiben, sondern ebenfalls mehr verhornen und bei fortgesetzter Verhornung farbloser werden. Noch annehmbarer dürfte dieses vielleicht in Betreff der kleineren Pigmentzellen sein, welche an dunkelen Hautstellen hellerer Racen vorkommen, so daß dann etwa Pigment und Verhornung in einem gewissen umgekehrten Verhältnisse ständen. Da es aber zur Pigmentbildung nur des eigenthümlichen Zelleninhaltes bedarf, so erhellt hieraus, weßhalb wir so oft die Pigmentzellen zerstreut finden und sie sich so leicht in krankhaften Ablagerungen erzeugen. Wie bei dem Fette, scheint auch das Pigment, wenn es besonders in verästelten Pigmentzellen enthalten ist, häufig eine besondere Tendenz zu haben, den Blutgefäßstämmen und zum Theil den Nerven-

stämmen und Ganglien zu folgen, wie z. B. die Choroidea des Auges, das Gekröse und der sympathische Nerve der Frösche sogleich darthun.

Die Entwickelung der Pigmentzellen läßt sich am besten an der Choroidea des Auges im Embryo beobachten. Zuerst entstehen um ihre verhältnißmäßig großen Kerne die dann noch farblosen jungen Pigmentzellen und bilden bald in ihrer gegenseitigen Abplattung eine zierliche Mosaik. Nicht nur entsteht aber die Zellenmembran bei dem Hühnchen früher, als die Pigmentmolecule, sondern es zeigt sich auch, ehe diese auftreten, ein Inhalt, dessen unter stärkeren Vergrößerungen gelblich erscheinende Körnchen von den Pigmentmoleculen wohl zu unterscheiden sind und die eher an die farbloseren Körnchen, die, wie erwähnt wurde, auch in den Pigmentzellen Erwachsener bisweilen vorkommen, erinnern. Die Ablagerung der Pigmentmolecule erfolgt (wiederum dem Fette entfernt analog) vorzüglich um den hellen, bei dem Menschen 0,003 bis 0,004 P. L. gewöhnlich messenden Kern, so daß dieser von der Fläche gesehen in der Mitte hell, an seiner Peripherie dunkel erscheint (Fig. 9.). In anderen Ansichten bilden die Pigmentmolecule verschieden gestaltete Flecke mit oder ohne einzelne zerstreute Körperchen. Vermehrt sich die Anhäufung der letzteren, so füllen sie die ganze Zelle aus und verdecken endlich häufig den Kern gänzlich. Schon sehr frühzeitig bilden sie an einander hängende Haufen. Ob aber ein Bindemittel oder eine Flüssigkeit oder gar kein besonderer Stoff zwischen ihnen enthalten sei, läßt sich kaum mit Sicherheit entscheiden, da ihre oft langsamere Loslösung durch Einwirkung von Wasser oder Säuren ebenfalls einer mehrfachen Deutung fähig ist. Wenn Schwann daraus, daß er die Molecularbewegung innerhalb der Zellen gesehen hat, den Schluß macht, daß der übrige Zelleninhalt flüssig sein müsse, so läßt sich dagegen einwenden, daß bei minder gefüllten Pigmentzellen oder solchen mit zarteren Wandungen das befeuchtende Wasser endosmotisch eindringen und so erst die Molecularbewegung hervorrufen kann. Die Entstehung der Pigmentramificationen können wir uns nach den vorkommenden Mittelformen kaum anders denken, als daß die ursprünglichen Pigmentzellen Aeste treiben und auch in diesen mehr oder minder Pigmentmolecule als Inhalt empfangen. Die Ablagerung des Pigmentes selbst ist zwar in benachbarten Zellen mit ihren bogenartigen, halbmondförmigen und unvollständig kreisförmigen Haufen bald nach der einen, bald nach der andern Seite gerichtet. Allein auch hier dürften gewisse Gesetze existiren. Indem nämlich in manchen Zellenreihen mehr homogene Pigmenthaufen hervortreten, erscheinen, wie man z. B. in der Pigmentlage der Aderhaut eines dreimonatlichen menschlichen Fötus sehr schön sieht, gewisse unregelmäßige bis quincunxartige Netzlinien, in welchen dann sich später kleinere Kreise einzeichnen.

Bei Untersuchung der chemischen Beschaffenheit des abgeschabten schwarzen Pigmentes des Auges im Großen hat man natürlicher Weise nicht etwa eine reine Ansammlung von Pigmentmoleculen, sondern auch noch fremde Gemengtheile, vorzüglich Zellen und Zellenreste, in denen das Pigment enthalten war, Zellgewebe, Gefäße u. dgl. Es läßt sich daher aus Elementaranalysen dieser Massen kein ganz definitiver Schluß in Betreff der ursprünglichen Zusammensetzung jener Pigmentmolecule machen. Allein wenigstens kann man die in ihnen vorherrschenden Mengen von einzelnen Elementarstoffen mehr oder minder deutlich erkennen. Nehmen wir aus den drei Elementaranalysen, welche an dem schwarzen Pigmente des Rindsauges von Scherer angestellt worden, das Mittel, so haben wir 58,284% Kohlenstoff, 5,918% Wasserstoff, 13,768% Stickstoff und 22,030% Sauerstoff. Versuchen wir diese Werthe vorläufig in eine Formel zu bringen, so hätten wir $C_{35}\ H_{43}\ N_7\ O_{10}$. Denn diese be-

rechnet gäbe 58,63% Kohlenſtoff, 5,88% Waſſerſtoff, 13,58% Stickſtoff und 21,91% Sauerſtoff. Reduciren wir jene Formel auf C_{48}, ſo haben wir C_{48} H_{59} N_{10} O_{14}. Da nun bei dem Protein auf 48 At. Kohlenſtoff 72 At. Waſſerſtoff und 12 At. Stickſtoff kommen, ſo erhellt hieraus, daß das Pigment viel reicher an Kohlenſtoff- und ärmer an Waſſerſtoff- und den Stickſtoffatomen iſt. Der procentige Gehalt an Kohlenſtoff iſt überhaupt wahrſcheinlich der größte unter allen thieriſchen Theilen. Wenigſtens übertrifft er den des Protein, der Colla, des Chondrin, der mittlern Arterienhaut und der Hornſubſtanz.

Bei dem Menſchen und den meiſten Thieren zeigen die Pigmentzellen, welche Geſtalt ſie auch haben mögen, keine auf momentanen Lebensbewegungen beruhenden Volumensveränderungen. Dagegen bieten die ſchon oben erwähnten verſchiedenartig gefärbten Pigmentzellen in der Haut der Cephalopoden die hier ſogenannten Chromatophoren, wie R. Wagner zuerſt beobachtete, gewiſſermaßen pulſatoriſche Bewegungen dar. Hat man ein Stückchen Haut, welches eben von einer lebenden oder wenigſtens noch reizbaren Sepie entnommen worden, unter dem Mikroſkope, ſo ſieht man theils von ſelbſt, theils durch den Reiz des Druckes oder anderer äußerer Einwirkungen viele Zellen ſich bald zu einem kleinen rundlichen Gebilde zuſammenziehen, bald dagegen ſich oft um das Fünffache ihres Volumens ausdehnen und zahlreiche Fortſätze treiben, ſo daß man während dieſer pulſatoriſchen Contractionen und Expanſionen gewiſſermaßen die verſchiedenen Formen, welche jede Pigmentramification in dem Verlaufe ihrer individuellen Entwickelung darbietet, raſch hinter einander vor Augen erhält. Iſt die Zelle verkleinert, ſo ſind auch die Pigmentmolecule dicht an einander gehäuft und erzeugen ſo einen ſchwarzen Fleck. Je mehr ſich dagegen die Zelle ausdehnt, um ſo mehr zerſtreuen ſie ſich in der Flüſſigkeit, welche neben dem Nucleus in dem Zellenraume wahrſcheinlich enthalten iſt. Die Färbung wird daher blaſſer und kann auch ganz verſchwinden. Daher das verſchiedene Erblaſſen und ſich Färben der Haut der Cephalopoden nach äußeren und inneren Reizen im Leben und unmittelbar nach dem Tode. Dieſe Zellen liegen theils in einer eigenen Schicht unter der Haut, die ſich bei Weingeiſtexemplaren leicht loslöſen läßt, theils in der Lederhaut eingebettet. Hier findet man ſie dann in ſehr zuſammengezogenem oder mäßig contrahirtem Zuſtande. Bei den zuſammengezogenen, vollſtändig mit Pigment gefüllten iſt die Zellenmembran oft als eine einfache oder doppelte Contourlinie kenntlich. Anderſeits erſcheinen auch Zellen, in welchen nur ein Theil des Innenraumes durch eine unregelmäßige, ſternförmige oder rundliche mit Fortſätzen verſehene zuſammengeballte Pigmentmaſſe ausgefüllt wird. Bei anderen endlich iſt das Pigment noch zerſtreuter. Doch darf man dieſe nicht mit künſtlichen hervortretenden Oeltropfen, an welchen Pigment haftet, verwechſeln. Betrachtet man z. B. bei Weingeiſtexemplaren von Sepiola iſolirte, nicht vollſtändig gefüllte Chromatophorenzellen unter ſtärkerer Vergrößerung, ſo bemerkt man an den Wandungen ein ſtreifiges bis körnig ſtreifiges Ausſehen, das weniger auf eigentlicher Faſerbildung, als auf Faltung beruhen dürfte Kauſtiſches Kali greift zuerſt die violetten bis rothen und dann die dunkelen Pigmente dieſer Schichten ſehr leicht an und löſt ſie auf.

Nur bei dem Auge kennen wir mit Sicherheit einen Nutzen des ſchwarzen Pigmentes, da ſeine Abweſenheit bei den Albinos, vorzüglich des Menſchen, mit einer eigenen Empfindlichkeit gegen das Licht verknüpft iſt. Unbekannter erſcheint ſchon ſeine Beſtimmung in der Haut der dunkelen Raſſen, da ſich einerſeits die Anſicht von Home, daß es die ſengende Einwirkung der Hitze

verhüte, nicht bestätigt hat, und anderseits die Meinung, daß es zur Erzeugung größerer Wärmestrahlung des Nachts und bedeutenderer Ausdünstung diene, auch nicht ausreicht. Der Zweck seiner Ablagerung an so vielen anderen Körperstellen ist völlig unbekannt. Wie das Fett, so bilden die Pigmentmolecule wahrscheinlich ein Nebenproduct gewisser Ernährungsprocesse und erscheinen dann bald in isolirten, bald in vielfach gruppirten und zusammengehäuften Zellen. Gleichwie in gewissen Krankheiten Fett, so sehen wir auch in anderen Pigment sich ablagern (Melanose). In eigenthümlicher Beziehung dürften auch die Pigmentmolecule zu den Hornstoffgebilden stehen, da sie sich häufig an diesen finden, und anderseits, wie schon bemerkt wurde, mit fortgesetzter Verhornung oft zu verschwinden scheinen. Da die verästelten Zellen für die Anwesenheit der Pigmentmolecule so charakteristisch sind, so dürften auch diese und die Ramification in wechselseitiger Beziehung stehen. Dagegen ist ihr Erscheinen keine Bedingung für das Verschwinden des Kernes.

4) Horngewebe.

Wie die Natur die eigenthümlichen Formen der Fett- und der Pigmentgewebe dadurch herstellt, daß sie gewissen, sich später auch zum Theil eigenthümlich metamorphosirenden Zellen einen besondern, den Charakter des Ganzen bestimmenden Inhalt giebt, so erzeugt sie das Horngewebe durch eine eigenthümliche Metamorphose der Wandungen bestimmter Zellen und scheint sogar hierbei die selbstständige Existenz und Entwickelung anderer einzelner Theile, vorzüglich des flüssigen Zelleninhaltes, wesentlich zu beeinträchtigen. Diese Entwickelungsveränderung der Zellenwände nennt man den Verhornungsproceß derselben. Früher dünn, durchsichtig und bisweilen so zart, daß sie durch die bloße Einwirkung des Wassers zu Grunde gehen, werden sie derber, wahrscheinlich auch in bedeutenderm oder geringerm Grade dicker, erhalten ein eigenes mattes, grauweißes, halbdurchsichtiges bis undurchsichtiges, granulirtes, seltener zugleich bestimmt streifiges Ansehen, zeigen oft discretere, abgelagerte Körnchen und widerstehen den Einwirkungen der Säuren und der Fäulniß mit um so größerer Intensität, je stärker sie verhornt sind. Wahrscheinlich steht auch hiermit ihr Wasserreichthum in mehr oder minder umgekehrtem Verhältnisse. Wie es scheint, wird zugleich die Hornsubstanz auf Kosten des Zelleninhaltes, vorzüglich des flüssigen, erzeugt. Denn dieser verliert sich bald. Noch etwa vorhandene körnige Gebilde desselben schwinden oder lagern sich an der Innenfläche der verhornten Zellenwände ab und scheinen hier anzukleben oder anzuwachsen. Während der Nucleus bei den Fettzellen mit dem fetten Inhalte selbst in ein gewisses feindliches Verhältniß zu treten scheint, sich dagegen bei dem Pigmente auch bei sehr reicher Füllung der Zelle mit Pigmentmoleculen noch erhält, so legt der Verhornungsproceß seiner Existenz auch wenigstens bis zu einem gewissen Grade keinen Zwang an, da wir ihn noch bei schon stark verhornten Blättchen z. B. der Oberhaut häufig genug bald körnig, bald einfach und heller antreffen. Später bei größerer Vermehrung der Hornsubstanz werden die Zellenwandungen so undurchsichtig, daß sich in vielen Fällen nicht bestimmen läßt, ob der Nucleus existire oder nicht. Zuletzt scheint er allerdings zu schwinden, da selbst Reagentien, welche die Hornwandungen wiederum durchsichtiger machen, oft keine Spur desselben mehr anzeigen. Wie aber bei den Fettzellen die runde Form die vorherrschende ist, wie die Pigmentzellen eine constante Neigung zur Verästelung so sehr häufig erhalten, so zeigt sich bei den verhornten Zellen, sobald besonders der Verhornungsproceß bedeutender

ist, eine gewisse Tendenz, platt zu werden, alles Zellenlumen so sehr zu verlieren, daß selbst der noch vorhandene Kern eine Hervorragung bedingen kann, und auf diese Art in Blättchen überzugehen. Indem sich dann diese Lamellchen, welche ohnedieß schon durch ihre Verhornung härter und dichter sind, mit ihren Flächen in mehr oder minder bestimmten Stellungen eng an einander legen, erzeugen sie oft so ohne das Dazwischentreten bedeutenderer unorganischer Bestandtheile sehr harte Gebilde. Hierbei zeigt sich aber noch ein Verhältniß, welches noch nicht ganz klar erforscht ist. Während nämlich mäßig stark verhornte Zellen, wie z. B. die obersten Schichten der Epidermis, nicht nur keine Neigung zu innigerer Verwachsung zeigen, sondern selbst eine leichte Isolation darbieten können, finden wir bei compacten Horngebilden die einzelnen Zellchen und Blättchen so zusammengewachsen, daß sie auf feinen unvorbereiteten Schnitten unter dem Mikroskope gar nicht wahrgenommen werden können, sondern daß man dann gar kein deutliches Structurverhältniß, eine granulirte Substanz, undeutliche Bruch- und Rißflächen, vollständige oder unvollständige Linien, welche durch die blättrige Anordnung erzeugt werden, u. dgl. wahrnimmt. Hier bildet dann die Schwefelsäure ein unersetzliches Reagens. Sie sondert die einzelnen Zellen auf eine kenntliche Weise von einander und macht sie zum Theil durchsichtiger. Auch kaustisches Kali leistet, jedoch in geringerm Grade, ähnliche Dienste. Da so starke Reagentien zur Trennung dieser in hohem Grade verhornten Zellen und Blättchen nothwendig sind, so läßt sich vermuthen, daß nicht das bloße Antrocknen, sondern eine sehr compacte und den gewöhnlichen Einwirkungen energischen Widerstand leistende, wahrscheinlich hornige Intercellularsubstanz die enge Vereinigung der Hornblättchen bewirke. Ob sie mit dem Verhornungsstoffe der Wände identisch sei oder nicht, läßt sich für jetzt noch nicht bestimmen. Wir sehen nur, daß häufig die Schwefelsäure die einzelnen Hornzellen früher isolirt, also ihre Intercellularsubstanz eher auflöst, als die Wandungen selbst auf eine sehr bedeutende Weise angegriffen werden. Eine andere Eigenthümlichkeit dieser stärker verhornten Gebilde besteht endlich noch darin, daß sich in ihnen Räume und Kanäle, sogenannte Hornkanäle, die dann meist mit Luft gefüllt sind, ausbilden. Wie bei den Markkanälchen des Knochens die einzelnen Knochenlamellen mit ihren Knochenkörperchen um das Lumen von jenen mehr oder minder concentrisch herumgehen und in ihrer concentrischen Anordnung ihrem longitudinalen Verlaufe meist folgen, so bemerken wir ähnliche Verhältnisse zwischen den Hornkanälen und den aus einzelnen Lamellen bestehenden Hornblättern. Auch in manchen anderen Beziehungen, wie z. B. in ihrer bisweiligen Aufnahme von Kalkablagerungen nicht bloß in ihre Masse, sondern auch in Höhlungen, welche den Knochenkörperchen und deren Strahlen analog sind, erinnern compactere Hornmassen bisweilen an Knochenbildungen.

Der Ablagerungsproceß der Hornsubstanz ist gleich der Bildung der Verdickungsschichten in den Pflanzenzellen ein secundärer Vorgang und setzt eine größere oder geringere Reihe von Vorläuferbildungen voraus. Die meisten aus Horngewebe zusammengesetzten Theile sind so geschichtet, daß in der Nähe derjenigen Stelle, in welcher die ernährenden Blutgefäße verlaufen und die man als ihre Matrix bezeichnet, die jüngsten, an dem entgegengesetzten Ende die ältesten Lagen vorhanden sind, und daß zwischen diesen beiden Endpunkten eine mehr oder minder successive Reihe von Entwickelungsstadien der Hornzellen und von Intensitätsgraden des Verhornungsprocesses existirt. Bei den nicht horizontal geschichteten Horngebilden, wie z. B. den Haaren, existiren auch nichts desto weniger die jüngsten Bildungen in der Nähe der Matrix. Hier-

aus läßt ſich nun ſchließen, daß die Ernährungsflüſſigkeit zuerſt verwendet werde, um neue Zellenkerne zu erzeugen. Der Reſt werde dann zur Formation von Zelle und Zelleninhalt verbraucht. Die Verhornungsbildung benutze entweder die dann noch übrig bleibenden Subſtanzen und zugleich den Inhalt und einen Theil der Kernmaſſe der Zellen, oder dieſe letzteren Stoffe allein, zu ihrer Herſtellung. Da nämlich nach den Unterſuchungen von Scherer 1 At. Hornſubſtanz = C_{44} H_{78} N_{14} O_{17} = 1 At. Protein + 1 At. Ammoniak + 3 At. Sauerſtoff iſt, ſo kann man ſich, ſo lange wir nichts Näheres kennen, vorläufig vorſtellen, daß der wahrſcheinlich einen Proteinkörper enthaltende Inhalt der primären Hornzelle (mit einem Theile der Subſtanz des Kernes) allein oder mit aufgenommener Ernährungsflüſſigkeit auf irgend eine Weiſe eine aus Stickſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff beſtehende Maſſe ſich aneigne und ſo ſich verhornend theils die primäre Zellenwand ſtärker mache, theils ſich als granulirte Maſſe an ihr niederſchlüge. Würde auf dieſe Art der Zelleninhalt zur Bildung der Hornmaſſe ſelbſt verwendet, ſo würde es ſich erklären, weßhalb im Fortſchritte des Verhornungsproceſſes das Lumen der Zelle immer mehr ſchwindet und dieſe zu einem Blättchen reducirt wird. Ginge bei älteren Hornzellen dieſe Anziehung fort, ſo erläuterte ſich auf dieſe Weiſe, weßhalb die Hornzellen und Hornblättchen immer undurchſichtiger, immer mehr mit Körnchen beſetzt und immer inniger durch die wahrſcheinlich vorhandene Intercellularſubſtanz an einander geheftet würden. Da es aber zur Umwandlung von Protein in Hornſubſtanz nur der Elemente des Ammoniak und mehrer Sauerſtoffatome bedürfte, ſo entſtände leicht, wenn dieſe Deſiderata aus anderen benachbarten thieriſchen Theilen und Flüſſigkeiten hergegeben würden, ein Ueberſchuß von Kohlenſtoff, der, wenn er nicht als Kohlenſäure davon geht, in Verbindung mit anderen überſchüſſigen organiſchen Theilen zur Bildung von Fett und Pigment verwendet werden könnte. In der That iſt es auch auffallend, wie oft gerade dieſe Gewebtheile in oder an dem Horngewebe gefunden werden. Neben den Hornzellen der Epidermis ſondern die Hautdrüſen ein ſehr fettreiches Secret ab. In dem Schnabel der Vögel treten oft Fette als Pigmentbildungen auf. In der Haut vieler Thiere, ſo wie des Menſchen, erſcheinen Pigmentformationen. Die meiſten compacteren Hornmaſſen werden durch einen ſie durchtränkenden Farbeſtoff oder durch Pigment oder durch beides gefärbt. Ja nach dem, was ſchon oben bei dem Pigmente der Haut angeführt wurde, läßt ſich ſogar denken, daß die Natur ſelbſt das früher abgelagerte Pigment, indem ſie ſeine übrigen Atome und vorzüglich die des Kohlenſtoffes und Sauerſtoffes als Kohlenſäure entfernt, benutzt, um wieder Protein in Hornſtoff umzuwandeln.

Die aus ſtark verhornten Zellen beſtehende Hornſubſtanz iſt in Waſſer unlöslich, erweicht aber durch fortgeſetztes Kochen derſelben. Die Flüſſigkeit wird durch Zinnchlorür, nicht aber durch Gerbſäure niedergeſchlagen (Hatchet). Das Horn iſt in Alkohol und Aether ebenfalls unlöslich, wird durch ſchwächere Säuren bei gewöhnlicher Temperatur nicht weſentlich angegriffen, während ſich jüngere Hornzellen ſchon durch Eſſigſäure aufhellen, löſt ſich in kauſtiſchen fixen Alkalien leicht, und entwickelt hierbei einen unangenehmen Geruch und vorzüglich bei dem Erwärmen Ammoniak. Die Solution wird durch Eſſigſäure und noch reichlicher durch Chlorwaſſerſtoffſäure niedergeſchlagen. Das Horn erweicht bei 100°, ohne ſich zu zerſetzen, liefert bei der trockenen Deſtillation viel ſtinkendes Oel, viel kohlenſaures Ammoniak und ſehr wenig Waſſer. Bei dem Verbrennen läßt es im Anfange leicht Oeltropfen herausſickern, bläht ſich auf, giebt ungefähr ⅙ ſeines Gewichts einer metalliſch glänzenden Kohle und hinterläßt ungefähr ½% Aſche, die vorzüglich aus phosphor-

saurem Kalke mit etwas kohlensaurem Kalke und phosphorsaurem Natron besteht (Berzelius). Seine von Scherer gefundene elementaranalytische Formel wurde schon oben angeführt. Das nach dieser Formel berechnete procentige Resultat ist Kohlenstoff 51,718 %, Wasserstoff 6,860 %, Stickstoff 17,469 % und Sauerstoff 23,953 %. — Nur die Federn ergaben eine etwas andere Zusammensetzung, nämlich C_{44} H_{78} N_{14} O_{16}.

Da der Verhornungsproceß erst ein späteres Entwickelungsstadium früherer weicher Zellen mit soliden, wie gewöhnlich der Essigsäure widerstehenden Kernen ist, so müßte man streng genommen nur diejenigen Theile zum Horngewebe rechnen, deren Zellenwandungen schon verhornt sind. Allein da sich einerseits der erste Eintritt dieser Entwickelungsstufe noch nicht ganz genau bestimmen läßt, und anderseits Gebilde, wie z. B. die Epithelien, die sonst stets mehr oder minder verhornen, auch bei früheren Entwickelungsstadien eine geraume Zeit oder während ihrer ganzen Existenz (z. B. manche transitorische Flimmerzellen) stehen bleiben können, so würde es gewiß sehr unzweckmäßig sein, solche Ausnahmsbildungen der bloßen logischen Consequenz wegen von den übrigen analogen Elementartheilen zu trennen.

Zu dem Horngewebe gehören einerseits die Epithelialbildungen und anderseits die compacten Horngewebe, wie die der Nägel, der Hufe, der Klauen, der Schuppen, der Hornschilder, des hornigen Hautskelettes, der Hörner, der Haare, der Borsten, der Stacheln u. dgl. mehr. Da es natürlicher Weise unmöglich ist, die so äußerst zahlreichen Formationen, welche die Natur aus Hornmasse aufbaut, so weit deren Structur bekannt ist, hier durchzugehen, so werden wir uns nur darauf beschränken, zuerst die Epithelien und hierauf einige wesentlichere allgemeinere Punkte der compacteren Hornbildungen zu besprechen.

a. Epithelien.

Die Epithelien sind mit der Tendenz zur Verhornung versehene zelligte Gebilde, welche die freien inneren und äußeren Oberflächen der Organe und Organtheile bedecken und einerseits schützen, anderseits aber vielleicht in den Absonderungs- und Ernährungsproceß eingreifen, und bisweilen, wie die Flimmerzellen, noch bestimmten weiteren Functionen vorstehen. Wahrscheinlicher Weise besitzt die Oberfläche eines jeden äußern oder innern Raumes ihre Epithelialformation. Denn nicht bloß alle inneren Cavitäten, die Höhlungen der Drüsengänge und anderer Organe haben dieselbe. Wir begegnen ihr auch an einzelnen abgeschlossenen Höhlenbildungen, wie z. B. an der Scheide der Ganglienkugeln, der Nerven, den zellgewebigen Brücken und Hüllen, durch welche Nervenstämme und Blutgefäße umgrenzt werden u. dgl. mehr. Dieses bestimmte mich auch früher, das Umhüllungsgewebe in dieselbe Kategorie zu stellen und nach seinen am meisten auffallenden Formen der Kerne und der Umhüllungsfasern mit dem Namen des fadig aufgereihten Epithelium zu belegen. Alle Epithelialbildungen haben aber eine entschiedene Neigung, Metamorphosen einzugehen, sich zum Theil loszustoßen, zum Theil aufzulösen, und sich mehr oder minder rasch wieder zu erzeugen. Oft, wie z. B. an der äußern Haut, schuppen sich die obersten und ältesten Lagen ab, während in der Tiefe eine oder mehre neue Schichten entstehen und die zwischen diesen Extremen liegenden Stadien in ihrem Verhornungsprocesse fortrücken. Andere, wie z. B. die Epithelialbildungen der Drüsen, z. B. des Magens, des Uterus u. dgl., sind mit mannigfachen normalen Erscheinungen, welche ihre Losstoßung mehr oder minder bedingen und vielleicht auch ihre Auflösung zum Theil oder gänzlich

hervorrufen, verknüpft. Andere, wie z. B. die Flimmercylinder der Schleimhäute der Naſe, der Luftröhre und Lungen, haben zwar eine bleibendere Exiſtenz, ſtoßen ſich jedoch bei krankhaften Zuſtänden nicht minder häufig los. Bei wiederkehrendem Normalzuſtande iſt der Erſatz ziemlich leicht und raſch. Andere endlich, wie z. B. die Flimmerzellen des rotirenden Dotters, der Haut (und der Kiemen), der Froſchlarven haben nur eine vorübergehende Exiſtenz. Wie aber bei allen irgend ſtärkeren Epithelialbildungen jüngere Zellenſtadien unter den älteren liegen, ſo ſehen wir bei den mit Pflaſter- oder Plattenepithelien verſehenen Drüſen, wenn wir von den blinden Drüſenanfängen nach dem Hauptausführungsgange fortſchreiten, eine ähnliche Succeſſion eintreten, da je größer der Drüſengang wird, die Epithelialformation auch um ſo dicker erſcheint und mehr Lagen und daher an ihrer Oberfläche vollkommnere und ältere Zellenbildungen darbietet.

α. Flimmerepithelien.

Von dieſen wurde ſchon in dem Art. Flimmerbewegung ausführlich gehandelt. Nachträglich wollte ich nur noch einige Erfahrungen, die ich ſeit der Redaction jenes Artikels noch zu machen Gelegenheit hatte, einſchalten. 1. Sah ich in der fallopiſchen Röhre einer Frau Flimmercylinder, die unten ganz in ſolche Stacheln ausliefen (Fig. 21. *i.*), wie ſie bei den Pflaſterzellen vorkommen. 2. Beobachtete ich bei einem Froſche, daß eine nicht unbedeutende Partie des ausgebreiteten Meſogaſtrium flimmerte. Nach dieſer Erfahrung habe ich wohl mehr als ein Dutzend Magengekröſe des grünen Froſches nachgeſehen, ohne wiederum daſſelbe zu beobachten. 3. Habe ich (im Mai und Junius) bei Fröſchen die von Remak entdeckten Wimperblaſen (ſ. d. Art. Flimmerbewegung) nebſt den Hornfäden wiedergefunden. Die letzteren kommen wenigſtens bei den Fröſchen der hieſigen Umgegend häufiger als die erſteren vor. Denn ich fand ſehr oft Hornfäden, ohne daß ich im ganzen Gekröſe, vorzüglich dem Meſogaſtrium, Wimperblaſen ſehen konnte. Bisweilen zeigten ſich auch Blaſen, an denen ich aber im Innern auf keine Art eine Spur von Flimmerbewegung wahrzunehmen vermochte. Wo ſie flimmerten, verhielten ſie ſich folgendermaßen. Sie erſchienen als ſehr verſchieden große, in dem Meſogaſtrium eingebettete und zwiſchen den Hornfädengebilden zerſtreute rundliche bis länglich rundliche Blaſen, welche in einem Exemplare zwiſchen 0,005 und 0,100‴ in ihrem Durchmeſſer ſchwankten. Die meiſten von ihnen waren einfach rund. An einzelnen aber ſaßen noch kugelige geſonderte Nebenbildungen auf. Nach außen von ihnen zeigte ſich die von Remak auch angegebene faſerige Einhüllung. Innerhalb dieſer und einer wahrſcheinlich durchſichtigen Kapſelhaut erſchienen rundliche, verhältnißmäßig breite und hohe Zellen, welche pflaſterartig neben einander lagen, ſich oft an den Seitenwandungen abplatteten, während ihre freien Ränder mehr rundlich blieben und die langen peitſchenartig und meiſt partienweiſe homogen ſchlagenden Flimmerhaare trugen. An den ſichtlichen Seitentheilen fielen dieſe Flimmercylinder zuerſt auf, da ſie einen hellen bald, je nach den einzelnen Zellen mehr eingekerbten, bald bei größerer Unſichtbarkeit ihrer Seitenwandungen mehr fortlaufenden Saum bildeten. Die von der Fläche geſehenen waren heller und daher ſchwerer ſichtbar und erſchienen, wo ſie kenntlich waren, als pflaſterartig neben einander gelagerte Kugeln. Die Länge der Haare betrug in größeren Blaſen 0,006 — 0,007‴, die Höhe der Flimmerzellen 0,005 — 0,007‴. Die meiſten Blaſen, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, enthielten keine ſoliden Theile. In einzelnen dagegen erſchienen einfache oder gleich einem Doppelbrote an einander gelagerte Körper-

chen, welche durch die Bewegung kreiſeten. Allein ſelbſt da, wo keine ſolide Subſtanz ſich in ihnen herumbewegte, war das Schwingen der Flimmerhaare in einzelnen Partien ſo lebhaft, daß es ſogleich dem Blicke auffiel. Die Bewegung dauerte mehre Stunden nach dem Tode des Froſches. Die in dem Art. Flimmerbewegung angeführte von Remak gemachte Beobachtung der verſchiedenen durch die Flimmerbewegung planetariſch kreiſenden Körper beruht wahrſcheinlich auf einem andern, vermuthlich ſpätern, Entwickelungsſtadium dieſer Gebilde. Wimperblaſen und Hornfäden ſcheinen vorzugsweiſe bei weiblichen Fröſchen vorzukommen [1]).

β. Nicht flimmerndes Epithelium.

Hierher gehören die ſogenannten Pflaſter- oder Platten- und die Cylinderepithelien. Der Geläufigkeit wegen behalte ich auch hier die Benennung Pflaſter- oder Plattenepithelium bei, obgleich keiner der beiden Namen mir genügt. Denn auch die Cylinder- und die Flimmerzellen bilden mit ihren oberen freien Flächen, wenn ſie eng bei einander liegen, pflaſterartige Anhäufungen oder ſtumpfen ſich ſogar polyedriſch ab. Da die Abplattung der Hornzellen erſt bei

---

[1]) Theils ihres merkwürdigen Erſcheinens wegen, theils wegen ihres denkbaren Zuſammenhanges mit den Wimperblaſen erlaube ich mir noch einige Worte über die Hornfäden hinzuzufügen. Im ausgebildeten Zuſtande ſind ſie braune bis braungelbe, ſelten ganz dunkel ſchwarzbraune, ſchon mit freiem Auge kenntliche, 0,130‴ bis 0,650‴ lange, in ihrer größten Breite 0,008‴ bis 0,016‴ meſſende, mit einem deutlichen longitudinalen Centralkanale verſehene Hornſpieße, die meiſt eine einfache, bisweilen auch eine doppelte Hülle um ſich haben. Dieſe folgt zwar den langen und ſchmalen Contouren des Hornfadens und geht um ſeine beiden Enden rund herum, allein bald folgt ſie demſelben auf einfache Weiſe, bald bildet ſie locale Ausbuchtungen, die meiſt von einer grümeligen bis granulirten gelblichen Maſſe angefüllt ſind. Hierdurch entſtehen dann Geſtalten, welche an den breitern hintern Schaft eines Pfeiles erinnern, oder mehrfache ſucceſſive Ausſackungen, die entweder iſolirter ſind oder jederſeits durch ſchmale Streifen der gelblichen Maſſe mit einander verbunden werden. Bisweilen erſcheint eine Ausſackung, auf welche dann eine Strictur der äußern Hülle folgt, während nach dieſer zwei oder mehre Erweiterungen in Einer Hülle auf einander kommen. Bisweilen iſt auch die grümelige Maſſe mehr unabhängig von dem Hornfaden abgelagert u. dgl. mehr. Die letztere liegt bald am Ende, bald in der Mitte, bald längs des ganzen Verlaufes. Sie enthält wohl auch einzelne Stückchen bräunlicher, ſaturirterer Hornmaſſe u. ſ. w. Meiſtentheils befindet ſich in einem der geſchilderten einfachen oder zuſammengeſetzten Hüllengebilde ein Hornfaden, der ſelten nach einer Seite hin geſpalten iſt. Oft dagegen führen ſie mehre, bis 5 und 6 und vielleicht noch mehr. Bisweilen ſieht man auch neben einer ſolchen Hüllenbildung mit mehrfachen Hornfäden einen in einer Hülle eingeſchloſſenen Faden ſo dicht und parallel anliegen, als wolle er ſich mit ſeiner Hülle durch eine Längentheilung von der der übrigen abſchnüren. Neben dieſen vollendeteren Geſtalten finden ſich noch andere, welche wahrſcheinlich mit Entwickelungsſtadien zuſammenhängen. Oft ſieht man unter einem Hornfaden und innerhalb der Hülle eine bedeutend kleinere rundliche bis länglich runde dunkele Maſſe. Bisweilen erſcheinen kleinere eiförmige oder runde Hüllen, welche einen länglich runden oder rundlichen hornigen Körper von der Geſtalt der Hülle enthalten. Dieſer verlängert ſich wahrſcheinlich ſpäter zu einem Hornfaden und zieht die Hülle ſeiner Geſtalt gemäß mit ſich nach. Die kleinſten von dieſen haben einen Durchmeſſer von 0,020‴. Bei dem gleichzeitigen Vorkommen von Wimperblaſen und Hornfäden kann man wenigſtens daran denken, daß die erſteren nur ein früheres Entwickelungsſtadium der letzteren ſeien, daß ſich in ihnen ſpäter Hornſtoff abſetzt, zu dem hohlen Hornfaden auszieht, die Hülle mit ſich verlängert und daß dann die Ablagerungen der braungelben Maſſe zwiſchen Hornfaden und Hülle erfolgen. Freilich hat man bis jetzt noch keine Wimperblaſen mit abgelagertem Hornſtoffe beobachtet, während anderſeits viele Hornſtoff enthaltende Blaſen bedeutend kleiner, als die Wimperblaſen ſind.

einem gewissen Grade fortgeschrittener Verhornung eintritt und viele hierher gehörende Theile noch keine Plättchen sind, so ist die Benennung Plattenepithelium auch keine allgemein wahre.

α. α. Pflasterepithelium.

Hier sind die Zellen, wenn ihr Verhornungsproceß nicht weiter fortschreitet, rundlich oder eckig, polygonal, in letzterm Falle oft unregelmäßig oder mehr regelmäßig vier-, fünf-, bis sechseckig und erinnern dann an das parenchymatöse Zellgewebe der Pflanzen. Meist liegen sie dann dicht an einander, ändern nicht selten ihre polygonale Form, um sich wechselseitig genau einzukeilen, und lassen meist keine deutliche Intercellularsubstanz wahrnehmen. Immer zeigen sie, so lange ihre Wandungen nicht zu sehr verhornt sind, eine rundliche bis länglich runde, oft, vorzüglich später platter werdende und bisweilen sogar in der Mitte eingedrückte, seltener aus Körnchen bestehende Kernbildung, die aber nach Verschiedenheit der Zellen sehr verschieden ist. Immer erscheint der Nucleus relativ um so größer, je jünger die Zelle ist, so daß das übrige Lumen von dieser einen schmalern hellern Saum um ihn bildet (Fig. 18. *a.*). Später wächst die Zellenwand sehr bedeutend, während sich der Kern bald zu vergrößern (Fig. 18. *b.*), bald eher zu verkleinern (Fig. 19.), bald mehr an Umfang gleich zu bleiben scheint. Zuerst saturirter und oft nach Einwirkung der Essigsäure in Form und Farbe an menschliche Blutkörperchen erinnernd, wird er später blasser, bald leerer, bald etwas körniger, zeigt ein oder zwei oder selbst mehre hervortretendere Kernkörperchen, wird in der Folge bisweilen sehr hell oder hat nur einzelne Inselchen einer körnigen Masse, besitzt auch oft so scharfe oder selbst doppelte Randlinien, daß man schließen dürfte, daß er hohl sei und in seinem hellen Lumen oder an dieser oder an seiner Wand die Kernkörperchen enthalte. Bisweilen sieht man auch deutlich, daß er der einen Wand der Mutterzelle anliegt. Seine Stellung erscheint hierbei bald mehr centrisch, bald mehr excentrisch. Der Zelleninhalt ist bald durchsichtig, bald körnig. In einzelnen, bisweilen schon stark verhornten Zellen zeigt sich die eigene Erscheinung, daß um den Kern ein heller Halo oder Ring existirt, während die übrige Zelle mehr körnig ist. Die noch nicht oder wenigstens noch nicht merklich verhornten Zellenwandungen erscheinen heller, während die verhornten sich immer körnig darstellen und oft auch eine vollständigere und unvollständigere Streifung darbieten. Mit der Verhornung tritt auch die Tendenz zur Abplattung ein. Bei einzelnen Epithelien bleibt dieses meist mit dem Verhornungsprocesse selbst auf einer niedern Stufe stehen. Bei anderen dagegen erzeugen sich geradezu Blättchen, die sich bei ihrer Dünne und Zartheit leicht falten, kräuseln u. dgl., wie man z. B. an dem Speichel (Fig. 19.) beobachten kann.

Außer den eben geschilderten Eigenthümlichkeiten finden sich in einzelnen Fällen noch einige besonders hervorzuhebende Punkte. An den Zellen der Adergeflechte des Gehirnes des Menschen und vieler Thiere erscheint außer dem Kerne äußerlich oder wenigstens nach außen hin ein dunkelrandiges rundliches, an Pigment erinnerndes Körperchen. Hier beobachtete Henle auch gegen die untere, nicht aber an der obern freien Wand, stachelige Fortsätze. Dieselben eigenthümlichen Gebilde habe ich Fig. 20. aus dem Epithelium der Bindehaut des Menschen gezeichnet. An ihren freien Flächen erscheinen hier die Zellen abgerundet bis schwach eckig; an dem entgegengesetzten Ende verlängern sie sich in mannigfache Fortsätze. Hierbei erscheinen auch mannigfache Uebergangsformen. Wir finden zunächst Zellen (Fig. 20. *a.*), die nach unten allmälig in einen Schwanz auslaufen. Andere haben einen langen Stachel und zwei

kleinere Spitzen (Fig. 20. *b.*), ſo daß ſie durch ihre Form an die Geſtalt eines Limulus gewiſſermaßen erinnern. Andere zeigen zwei Fortſätze (Fig. 20. *c.*), von denen ſich ſelbſt der eine gabelig theilen zu können ſcheint (Fig. 20. *d.*). Andere beſitzen drei Stacheln (Fig. 20. *e.*), die ſelbſt gleich den Füßen eines Tiſches geſtellt ſein können (Fig. 20. *g.*). Bei noch anderen vermag die Zahl der Fortſätze ſich noch mehr zu vergrößern (Fig. 20. *h.*) u. dgl. mehr. Nehmen wir an, daß unter dieſen Zellen z. B. der Conjunctiva andere rundliche Zellen, welche Intercellularräume übrig laſſen, liegen, ſo könnte man ſich denken, daß dieſe Stacheln eben dadurch entſtehen, daß die Zellen ſelbſt die verſchiedenen Intercellularräume ausfüllen und ſo Zellenverlängerungen in ſie hineintreiben. Eine andere eigenthümliche Veränderung der Pflaſterepithelialzellen, wie wir ſie in der Innenhaut der Gefäße ſehen, daß nämlich die Zellen nicht nur platt, ſondern auch lang, bandartig und blaß werden, beruht wahrſcheinlich auf eigenthümlichen Entwickelungsmetamorphoſen.

Auch an den Kernen der Pflaſterepithelien kann man nicht ſelten die Erfahrung machen, daß ſich nach Behandlung mit Eſſigſäure ein doppelbrodartig eingeſchnürter Kern (Fig. 20. *a.*) oder zwei oder ſelbſt mehr Nuclei mit Kernkörperchen darſtellen. Verhältnißmäßig ſehr ſelten bemerkt man dieſelbe Vervielfachung des Nucleus von vorn herein. In ſolchen Ausnahmsfällen zeigen ſich auch die Nuclei iſolirter und entfernter von einander.

Das Pflaſterepithelium iſt die verbreitetſte Epithelialbildung des Körpers. Mit Ausnahme der im Ganzen ſparſamen Fälle, in welchen bei einzelnen Thieren die äußere Haut flimmert, wird die Epidermis immer durch ein Pflaſterepithelium gebildet. Das Gleiche gilt von den verdünnten Fortſetzungen der Oberhaut, wie der Bindehaut, dem Trommelfelle u. dgl., ſo wie der Speiſeröhre, zum Theil des Magens und der dicken Gedärme, des unterſten Theils des Maſtdarmes, der Harnblaſe, der Scheide, der ſeröſen Höhlen, der meiſten Drüſen u. dgl. mehr. Obgleich die häufigſten Ausnahmen allerdings durch die Exiſtenz von Flimmermembranen bedingt werden, ſo greift doch auch an einzelnen Stellen, wie z. B. an der Bindehaut des Auges, an der Gallenblaſe, den größeren Gallengängen und überhaupt den ſtärkeren Drüſengängen aus uns noch unbekannten Urſachen auch die Formation von Cylinderepithelien umändernd ein — ein Gegenſtand, auf den wir bald zurückkommen werden.

Bei den geſchichteten Pflaſterepithelien haben wir, wie z. B. in der Epidermis, eine Entwickelungsgeſchichte dieſer Pflaſterzellen und Plättchen vor uns, ſobald wir ihre Formen von der innerſten und jüngſten bis zur äußerſten und älteſten Lage verfolgen. Eine gute Ueberſicht liefert z. B. das Studium der menſchlichen Oberhaut. Verfertigen wir mit dem Doppelmeſſer einen feinen ſenkrechten Schnitt durch dieſelbe und machen dieſen allenfalls durch Eſſigſäure etwas durchſichtiger, ſo ſehen wir in der Malpighi'ſchen Schicht die reichlichen Kerne, welche von ſehr ſchmalen hellen Zellenringen umgeben werden. Weiter nach oben werden dieſe in den tieferen Schichten der Epidermis platter und verfolgen allmälig, wie man durch Querſchnitte und durch Abſchaben zur Anſchauung bringen kann, alle ſchon oben erwähnten Entwickelungsſtadien bis zu den ſich losſchuppenden Hornplättchen. Eine ſpeciellere Erforſchung verdient noch der Umſtand, auf welche Weiſe es ſich bei der Fortbildung dieſer Pflaſterepithelialſchichten regulirt, daß, obgleich in früheren Lagen kleinere und daher in demſelben Raume zahlreichere Zellen enthalten waren, bei der Vergrößerung der mehr verhornenden Zellen doch keine Störung des regulären Zuſammenhanges vorkommt, obgleich die Volumenvergrößerung der blättchen-

artig werdenden Zelle weit bedeutender, als die Vermehrung des von den älteren Schichten eingenommenen Raumes ist.

Ueber die Eigenthümlichkeiten der epithelialen Innenformation der Drüsen und deren Losstoßungsproceß siehe weiter unten bei dem Drüsengewebe.

β. β. Cylinderepithelium.

Diese Form ist nur eine Modification der vorigen, welche auch häufig genug allmälige Uebergänge in sie bildet (Uebergangsepithelium von Henle). Die Epithelialzellen werden hier mehr oder minder lang gezogen, cylindrisch oder platt gedrückt, sind oft in ihren Wandungen theilweise oder gänzlich körnig und bisweilen streifig, zeigen auch bisweilen einen hellen Ring um den Kern, oder helle Seitenränder ihrer Wandungen oder einen Theil der Zelle hell, einen andern gekörnt u. dgl. mehr. An der Gallenblase zeichnen sie sich durch Blaßheit und (nach Henle) durch den Mangel an Kernen aus, und erscheinen oft in der Galle schwimmend gelblich. Auch bei dem Kalbe schon sieht man sie oft kernlos, oder wenigstens läßt sich durch die körnig streifige Wand keine Nucleusbildung im Innern erkennen. Allein von oben betrachtet zeigen sich die Zellen, wie es Fig. 22. gezeichnet worden, und bei der seitlichen Anschauung erhält man oft Bilder, wie Fig. 23. *a.*, obgleich es hier oft zweifelhaft bleibt, ob man es mit eigentlichen eingeschlossenen Kernbildungen oder mit aufliegenden Kernformationen tieferer Schichten zu thun habe. Während die Seitenwände der Cylinder in vorgerückteren Stadien ihrer Ausbildung mehr oder minder verhornt und körnig sind, bleibt die obere Wand lange heller und durchsichtiger, scheint aber nicht die Empfindlichkeit, welche wir an dem gleichen Theile der Flimmercylinder wahrnehmen, zu besitzen. Durch eine mir bis jetzt noch nicht ganz klar gewordene Erfahrung dürfte jedoch vielleicht dieser Ausspruch eine theilweise Einschränkung erleiden. Bisweilen nämlich schienen mir bei ganz frischen Cylindern der Darmschleimhaut eben getödteter Frösche nach Befeuchtung mit Wasser helle, sich bald polygonal gegenseitig abgrenzende Gebilde hervorzutreten. Ob dieses Täuschung war oder nicht, müssen noch fernere Untersuchungen bestimmen.

Das Cylinderepithelium findet sich bei dem Menschen und den höheren Thieren in dem Verdauungsschlauche von dem Pylorus bis zu dem untern Theile des Mastdarmes (Fig. 23. *b.*), so wie in den Nebengrübchen und den Drüsen, welche sich in der Schleimhaut finden, also z. B. in den Magendrüschen, in den Drüsen der Mucosa des Blinddarmes und des Dickdarmes, in den Lieberkühn'schen Drüsen u. dgl. mehr. Während die letzten Drüsen enden und die feineren Verzweigungen der Drüsengänge die Tendenz haben, Pflasterepithelien zu bilden, finden wir in den Hauptausführungsgängen, den Nebenbeuteln derselben und den jenen zunächst untergeordneten Ausführungsgängen Cylinderepithelien. So z. B. in dem Gallenausführungsgange, dem Gallenblasengange, der Gallenblase, dem Lebergange, dem Wirsung'schen Gange, dem Steno n'schen Gange, dem Samenausführungsgange u. dgl. mehr. Hierbei erstrecken sie sich bald tiefer, bald weniger tief in die Drüsengänge selbst hinein.

Meistentheils erscheinen die Cylinder, wo sie vorkommen, oberflächlich, und bilden mit ihren oberen Wandungen den äußersten Rand, der oft, so lange sie noch in normalem Zusammenhange stehen, überdieß einen hellen Saum darbietet. Unter diesen Cylinderpalliſaden liegen dann, so weit sie vorhanden sind, andere rudimentäre, jüngere Bildungen, auf welche wir bald zurückkommen werden. Allein auch umgekehrt kann der Fall eintreten, daß Cylinderchen in

tieferen Schichten von Pflaſterepithelien exiſtiren. Wenigſtens erſcheinen ſolche bei ſenkrechten Schnitten durch die Conjunctiva corneae des Menſchen dicht an der Hornhaut (Fig. 21.). Für die eigentlichen Cylinderepithelien ſcheint als Geſetz zu gelten, daß zwar, wo ſie vorkommen, keine ſo zahlreiche Schichtung wie bei dem Pflaſterepithelium vorhanden iſt, und daß daher oft die Epithelialbildung bei dem Uebergange von dieſer in jene zarter wird, daß aber doch immer unter den eigentlichen Cylindern auch jüngere Theile in bedeutenderer oder ſehr geringer Menge vorhanden ſind. Schon bei dem Abſchaben eines Cylinderepithelium erſcheinen häufig noch Rudimente einer mehr pflaſterartigen Zellenbildung an der Schleimhaut oder in der umgebenden Flüſſigkeit. Viele Zellchen, welche man in der letztern wahrnimmt, wird man eher für Fragmente eines Pflaſter- als eines Flimmerepitheliums erklären müſſen. Dieſes findet ſelbſt an Stellen, welche kein Pflaſterepithelium in der Nähe haben, Statt. Zugleich ſind die unteren Enden der Epithelialcylinder oft abgeriſſen und ſelbſt bei ihrer Unverletztheit nicht ſo geformt, daß ſie ohne Intercellularſubſtanz oder andere Gebilde auf einer unterliegenden Membran ſtehen könnten. Nur auf zwei Wegen kann man hier Aufſchluß erhalten. Bei ſehr kleinen Drüschen, welche mit einem Cylinderepithelium bekleidet werden, gelingt es bei der Durchſichtigkeit ihrer Mittelformation bisweilen, die Cylinderpalliſaden bis an ihren Grund zu verfolgen und die unter ihnen befindliche körnige Maſſe wahrzunehmen (ſ. unten bei dem Drüſengewebe). Aehnliche Beobachtungen kann man auch an dem Darme von Kaulquappen machen. Hier reichen die Cylinder bis dicht an die mittlere Darmhaut und laſſen nur einen kleinen hellen Zwiſchenraum von Intercellularſubſtanz übrig. Sonſt dagegen iſt das einzige Mittel, mit dem Doppelmeſſer, das man unter Waſſer geſchloſſen hat, ſehr feine ſenkrechte Schnitte in reichlicher Menge zu entnehmen und ohne Druck zu unterſuchen. Bei flächiger Ausbreitung der mit dem Cylinderepithelium verſehenen Membran ſtehen die Cylinderpalliſaden mehr ſenkrecht. Bildet ſie dagegen mehr Falten oder Zotten, ſo richtet ſich ihre Stellung mehr nach dieſen Erhebungen, wie Fig. 24. aus einer Falte des dünnen Darmes des Froſches gezeichnet worden. Unter dieſen Palliſaden ſieht man entweder eine körnige Maſſe oder Nuclei oder ſelbſt Zellen, ſo daß das Cylinderepithelium (und das Flimmerepithelium), ſo wie ihre Häutung und Redintegration ebenfalls leicht erfolgt, auch dem allgemeinen Geſetze gehorchen dürften, daß unter ihren älteſten oberflächlichſten Stadien oft jüngere Producte oder der Keimſtoff dazu exiſtiren, obgleich dieſer allerdings auch äußerſt reducirt ſein, ja vielleicht ſelbſt fehlen kann. Die Art und Weiſe, wie aber dieſe Cylinder gebildet werden, iſt noch dunkel. Entweder nämlich entſtehen Zellen, welche ſich in ihrem Längendurchmeſſer vorherrſchend verlängern, oder mehre Zellen ſtellen ſich ſenkrecht über einander, verlieren ihre Querſcheidewände und gehen ſo zu einem Cylinder zuſammen. Für das Erſtere ſcheint ſchon der Umſtand zu ſprechen, daß wir bei dem Uebergangsepithelium die Zellen ſich nach einer Richtung mehr verlängern ſehen. Formen, wie z. B. an Fig. 23. *a.* in dem einen Cylinder gezeichnet ſind und die übrigens auch ſelten wahrgenommen werden, kann man auch dahin deuten, daß die jüngeren ebenfalls ſelbſtſtändige Bildungen ſind.

b. Compactere Hornbildungen.

Da die Nägel und die Haare des Menſchen in dem dritten Abſchnitte berührt werden, die Schilderung des Baues der übrigen compacten Hornſubſtanzen aber viel zu weit führen würde, ſo werden wir von den erſteren hier nur

einige allgemeine Punkte anführen und in Betreff der letzteren mehr auf einzelne wichtigere Abhandlungen verweiſen, als in ſpeciellere Details eingehen. Daß die Nägel des Menſchen auch bei dem Erwachſenen aus künſtlich iſolirbaren Hornzellen beſtehen, lehrt die Behandlung mit kauſtiſchem Kali und vorzüglich mit Schwefelſäure. Noch leichter gelingt dieſe Iſolation bei der zartern Nagelbildung des Kindes und des Neugeborenen. Im Embryo, um die Mitte der Schwangerſchaft, erſcheinen die Hornzellen ſchon ohne weitere Vorbereitung. In den pigmentirten Nägeln des Affen ſcheint ein großer Theil des Pigmentes in der oft etwas körnigern Hornſubſtanz ſelbſt vertheilt zu ſein. Die Hornzellen, welche man ſchon im friſchen Zuſtande erkennt, und die in der oberflächlichſten dunkeln Nagelſchicht beſonders bisweilen einen Kern und kleine geſondertere niedergeſchlagene (Pigment-) Körnchen darbieten, trennen ſich durch Einwirkung verdünnter Schwefelſäure unter leichter Luftentwicklung bald von einander. Die Klauen ſcheinen einen weſentlich ähnlichen Bau zu haben. Bei den Hufen dagegen wird die Sache durch das Hinzutreten der Hornröhren, die auch nach Gerber rudimentär im Ochſenhorn und ſelbſt ſpurenweiſe in dem Nagel des Menſchen exiſtiren, und die den Leiſten der Matrix entſprechenden, wie bei den Nägeln vorkommenden Furchen, complicirter. Siehe Gurlt in Müller's Archiv. 1836. S. 267. Gerber, allgemeine Anatomie. S. 81 bis 84. Hesse: de ungularum, barbae Balaenae, dentium Ornithorhynchi corneorum penitiori structura. Berol. 1839. 8. Froriep's neue Notizen. Nro. 303. 1—6. — Die Hörner der Wiederkäuer gleichen ihrem Baue nach im Weſentlichen der Hornwand der Klauen. S. Gerber, allg. Anat. S. 85. — Ueber die Structur der Hornſchuppen der Fiſche ſ. Agassiz, Annales des sciences naturelles. Nouvelle série, Zoologie. Vol. XIV. 97—110. Die mit Schmelzſubſtanz verſehenen Schuppen verdienen noch eine eigene durchgeführte Unterſuchung. Bei Lepiſoſteus ſieht man bei der Flächenbetrachtung der Schuppe eine Menge von Körperchen, welche an die Knochenkörperchen erinnern, jedoch hell oder höchſtens dunkelrandig ſind, oft ein Kerngebilde mit einem kernkörperchenartigen Theile in ihrem Innern zeigen und Strahlen ausſenden, die ſich bisweilen theilen und bisweilen von benachbarten Körperchen unter einander anaſtomoſirend ein weites Netz bilden. Sehr verbreitet erſcheinen an vielen Stellen Röhren, welche ſchief an die Oberfläche auszulaufen und ſich bisweilen gabelig zu theilen ſcheinen. Am Rande gehen ſie longitudinal bis ſchwach gebogen fort und theilen ſich hierbei gabelig, ſo daß der Stamm der Gabel gegen den Rand hin liegt. Die erwähnten den Knochenkörperchen ähnlichen Gebilde erhalten ſich ebenfalls bis an den Rand hin. An der Oberfläche zeigen ſich aber noch größere rundliche warzige Gebilde häufig, aber zerſtreut. Die harte ſogenannte Schmelzmaſſe der Schuppe ſpringt auffallend geradlinigt, faſt kryſtalliniſch. — An dem hornigen Hautſkelett von Inſecten, z. B. von Dytiscus, verräth ſich die Hornſubſtanz durch die blättrigen, oft zackigen bis gezähnelten Sprünge, welche abgeriſſene oder abgeſchnittene Fragmente darbieten. Der braune, gegen die Oberfläche hin intenſiver werdende Farbeſtoff iſt nicht überall an einzelne Pigmentzellen, die man an den dunkelſten Stellen nach Behandlung mit Schwefelſäure wahrnimmt, gebunden, ſondern durch die ganze Maſſe verbreitet. Oft erhalten ſie, vorzüglich nach Einwirkung von Schwefelſäure, ein geſtreiftes Ausſehen. Ueber die beſonders durch Kali zu erzielenden Anſchauungen ſ. G. Mayer in Müller's Archiv. 1842. S. 27. — Im Weſentlichen verwandt mit dem Hornſkelette der Inſecten ſcheint auch ſeiner blättrigen Structur und ſeiner Zuſammenſetzung nach das der Arachniden (z. B. von Phrynus, Buthus) zu ſein. — Querſchnitte des Horn-

ſtieles der Cirrhipeden (Balanus) zeigen einen geſchichteten feinſtreifigen Bau. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß faſt alle hornigen Hautſkelette der Wirbelloſen noch ſo gut als gar nicht erforſcht ſind und daß es eine ſehr verdienſtliche Arbeit wäre, wenn Jemand dieſe hornigen Theile, ſo wie die anderen Horngebilde der Wirbelloſen conſequent durchunterſuchen wollte. Daſſelbe gilt von den Schnabelbildungen und anderen Hornformationen der Wirbelthiere. Für alle dieſe Beobachtungen dürfte vorzüglich darauf aufmerkſam zu machen ſein, daß zur Unterſuchung der Structurverhältniſſe und vorzüglich der Horncanäle nicht bloß die Befeuchtung mit Waſſer, ſondern auch die mit Terpentinöl, fetten Oelen, angewendet werden muß und daß man zur Darſtellung und Iſolation der zu conſtituirenden Zellen und Blättchen die augenblickliche und längere Einwirkung von Schwefelſäure und Kali nicht vernachläſſigen darf.

Die Haare beſtehen im Allgemeinen aus dem Schafte und der Wurzel. Der erſtere enthält Epidermis, Rinde und Mark. Die Oberhaut erſcheint meiſt als eine Lage dünner Epidermidalblättchen, welche, einander dachziegelartig mehr oder minder deckend, um die Rindenſubſtanz herumgehen und hier eine Reihe von welligen bis ſchwach zackigen Linien, welche leicht, vorzüglich nach unten, das trügeriſche Anſehen von Faſern annehmen, erzeugen (Fig. 26.). Durch Behandlung des Haares mit Schwefelſäure und Rollen deſſelben zwiſchen zwei Glasplatten kann man dieſes Epithelium theils in größeren Fragmenten, theils in ſeinen einzelnen platten, körnigen, bisweilen ſtreifigen und nicht ſelten noch einen Kern darbietenden Blättchen (Fig. 25.) losſtreifen. Bei größeren Bruchſtücken dieſes Epithelialüberzuges ſieht man von außen ſowohl als von innen noch die dachziegelartige Anordnung ſeiner einzelnen Lamellen. Oft ſchilfern ſich ſolche größere blättrige Bruchſtücke auf eine ſehr regelmäßige, offenbar ihrer regulären Stellung entſprechende Weiſe los. Die Rindenſubſtanz erſcheint auf den erſten Blick faſerig. Meiſt gehen die Faſern longitudinal, verbinden ſich auch wohl durch ſchiefe netzförmig. Schon bei dem Spalten des Haares erſcheinen dieſe Faſern ſehr platt und oft an ihren Enden mehr oder minder zackig. Behandelt man aber ein Haar auf zweckmäßige Weiſe mit Schwefelſäure und zerſtört es durch Rollen zwiſchen zwei Glasplatten, ſo erkennt man als Elemente der Rinde ſehr viele platte, vielfach geſtaltete, oft zackige und bisweilen ſelbſt noch eine helle Kernbildung ſcheinbar darbietende Blättchen (Fig. 28.), von denen ſich freilich nicht genau beſtimmen läßt, ob ſie in situ naturali durch eine Intercellularſubſtanz oder wie ſonſt an einander gefügt ſind. Bieten ſie hier ihre äußerſt ſchmalen Seitenflächen zur Anſchauung dar, ſo erſcheinen ſie als lineäre Faſern. Liegen ſie zum Theil auf der Fläche, ſo können ſie zu dem Scheine netzförmiger Verbindungen der Faſern verleiten. Bei den Haaren einzelner Thiere ſind dieſe langen, ſchmalen Blättchen größer, und daher z. B. bei dem Ameiſenbären weit leichter, als bei dem Menſchen zu unterſuchen. Die Abſchilferung derſelben nach Einwirkung von Schwefelſäure (Fig. 27.) erfolgt auch auf eine ihren Stellungen entſprechende, bald regulär faſerige, bald wellige, bald ſchlingenartige Weiſe. Die Markſubſtanz ſcheint zunächſt dadurch zu entſtehen, daß ſich im Centrum Höhlenräume bilden und ſtellenweiſe einen fortlaufenden Canal oder durch vielfache Scheidewände unterbrochene Räume oder kleinere Zellenhöhlen darbieten. Daher oft, ſelbſt bei dem Menſchen, der Markcanal unebene Seitenwände hat und bei vielen Thieren in dieſer Beziehung Mark- und Rindenſubſtanz auf das Vielfachſte in einander greifen. S. Erdl, vergleichende Darſtellung des innern Baues der Haare. München 1841. 4. Die Scheidewände der oft auch, z. B. in den Taſthaaren des Kaninchens, Luft führenden Markhöhlen ſcheinen im Weſent-

lichen ebenfalls Hornblättchen zu ſein. Von den Pigmenten, welche in dem Haarſchafte auftreten können, muß man drei Arten unterſcheiden. 1. Durchdringendes Pigment, welches ſich in der Subſtanz des Haares, vorzüglich der Rinde, allgemein verbreitet zeigt, dieſelbe chemiſch zu durchdringen ſcheint und weiß, gelb, roth, heller oder dunkeler braun ſein kann. 2. Pigmentzellen des Markes, welche bald einzeln, bald gehäuft vorkommen und Strecken der Markhöhle mehr oder minder vollſtändig ausfüllen können (Fig. 27.). 3. Pigmentflecke der Rinde. Dieſe ſind bei dem Menſchen und vielen Thieren in der Regel bedeutend kleiner, als die des Markes, oft von länglicher bis ſpindelförmiger Geſtalt, liegen meiſt zerſtreut und longitudinal, den Rindenfaſern folgend. Die Grundfärbung der Haare rührt immer, bei dem Menſchen wenigſtens, von dem Pigmente Nro. 1 her und wird höchſtens durch das von Nro. 2 und am wenigſten durch das von Nro. 3 modificirt. Uebrigens erſcheint die Exiſtenz und Ausdehnung dieſer beiden letzteren Pigmente vorzüglich äußerſt variabel. Außer dem Pigmente haftet nicht ſelten äußerlich und mehr zufällig Oel an den Haaren oder durchdringt auch die Subſtanz deſſelben. Nach unten zu geht der Haarſchaft in ſeinen Wurzeltheil über. Während nämlich derſelbe nach oben hin im Allgemeinen dünner wird und ſpitz abgerundet, ſeltener geſpalten endet, wird er nach unten zu meiſt allmälig dicker, zeigt nur ſelten geringere Unebenheiten, ſchnürt ſich oft an ſeinem Eintritte in die Haut etwas ein und ſetzt ſich dann, nach unten dicker werdend, in ſeinen Wurzeltheil fort. Dieſer bildet entweder eine kolbige, gerade oder gekrümmte Anſchwellung oder fährt häufiger mit den einzelnen Bündeln, vorzüglich der Rindenſubſtanz, pinſelartig aus einander. Nur bei dem pathologiſchen Erſcheinen von Haaren im Ovarium, wobei ſie frei im Fette liegen, fehlt nach den Unterſuchungen von Schröder van der Kolk und van Laer der verdickte Wurzeltheil auch bisweilen gänzlich, ſo daß ſelbſt das Wurzelende des Haares ſpitz ausläuft. Die in der Haut ſelbſt verborgene Partie des Haares ſteckt in einem doppelten Sacke, in einer deutlichen Einſtülpung der Oberhaut und einer innern hellen, bisweilen vom Haare zum Theil durch Oel getrennten Hülle, der ſogenannten Wurzelſcheide. Die nähere Beſchreibung beider Gebilde ſiehe unten in dem dritten Abſchnitte bei Gelegenheit der menſchlichen Haare. Unterhalb des Wurzeltheiles des Haares, der oft deutlich hohl erſcheint, zeigt ſich eine aus großen, nahe an einander liegenden, durch eine helle Zwiſchenmaſſe getrennten Kernen beſtehende Bindemaſſe. Vorzüglich bei grauen Haaren bemerkt man nach Behandlung mit Eſſigſäure einzelne der Einwirkung dieſes Reagens widerſtehende iſolirte ſtreifenartige Bruchſtücke, welche ſich auch zum Theil höher hinauf erſtrecken. Jene Zellenkerne, die ſich wahrſcheinlich mit Zellen umgeben, gehen faſt unzweifelhaft durch eigenthümliche Verhornung in die Blättchen der Rindenſubſtanz und, wo ſie vorhanden ſind, in die Scheidewände der Markſubſtanz über. Das Pigment in der Höhlung des Markes ſcheint in den Wollhaaren des menſchlichen Embryo erſt ſecundär abgelagert zu werden. Wenigſtens ſieht man in den feinen Härchen der Frucht aus der Mitte der Schwangerſchaft oft einen deutlichen hohlen, mit keinen Pigmentzellen verſehenen Markcanal. In Betreff des Nähern der oben erwähnten abgebrochenen ſtreifenartigen Bruchſtücke, des Wachsthumes, der Wiedererzeugung und der Entwicklung der Haare muß ich übrigens auf Henle, allg. Anatomie, S. 298, und G. Simon, in Müller's Archiv, 1841, S. 361, verweiſen. Die kleineren Haare der Thiere, vorzüglich der wirbelloſen, ſind rückſichtlich ihres feinern Baues noch gar nicht unterſucht worden. Die Borſten und Stacheln ſtimmen nach den Beobachtungen von Erdl in ihren weſentlichen drei Grundtheilen mit den Haaren überein. Ueber

die Structur der Federn ſiehe Schwann, mikroſkopiſche Unterſuchungen, S. 93—99.

Anhang.

Gewebe der Kryſtalllinſe. Obgleich das Gewebe der Linſenkapſel einerſeits und das der Linſe anderſeits im vollendeten Zuſtande keine irgend deutliche Verwandtſchaft mit dem Horngewebe darbietet, ſondern gleich dem ſo dunkeln Gewebe des Glaskörpers durchaus eigenthümlich daſteht, ſo glaube ich dieſe Elemente doch noch am paſſendſten aus embryologiſchen Gründen als Anhang dem Hornſyſteme beifügen zu müſſen. Die von Huſchke zuerſt beobachtete Linſeneinſtülpung, welche ſich bei den Embryonen des Hühnchens und der Fiſche ſo leicht wahrnehmen läßt, giebt der Linſenſubſtanz die urſprüngliche Bedeutung von metamorphoſirten Epidermidalzellen, während die ſo durchſichtige Linſenkapſel vielleicht durch eine analoge Veränderung, wie wir bei der innern Wurzelſcheide des Haares ſehen, entſteht. Die Linſenkapſel bildet immer ein durchſichtiges, ſteifes und eigenthümlich, wie glasartig in unregelmäßigen Wellenlinien brechendes Häutchen. Unterſucht man dieſe Membran bei Thieren, wo ſie dicker und ſtärker iſt, z. B. im Auge des Pferdes, ſo zeigt ſie an den Bruchrändern mehrfach über einander liegende Blätter, welche ungleich hervortreten und vielleicht mehren Schichten angehören. Die ganze Haut iſt ſo einförmig und durchſichtig, daß man, wenn ſie flächig ausgebreitet iſt, gar keine ferneren Elementartheile erkennt. Faltet man ſie, z. B. bei dem Pferde, dagegen, ſo ſieht man oft an den Faltungsſtellen, vorzüglich bei etwas gedämpftem Lichte, ſehr feine, häufig wie hingehauchte und ſich meiſt nur durch ihre Schattenlinien begrenzende, gerade und ſteife Streifen, die oft zwar ſehr ſchwer, aber ganz beſtimmt wahrnehmbar ſind. Durch Behandlung mit Weinſteinſäure ſah ich ſie um Vieles deutlicher werden. Wahrſcheinlich ſind dieſes nicht ſowohl geſonderte Faſern, als feine Faltenabtheilungen der eingerollten Fläche. Die Linſenſubſtanz ſelbſt beſteht aus eigenthümlichen Linſenfaſern, die blaß bis ſchwach granulirt ſind, dicht an einander liegen und ſo Kugelſchichten, welche einander gleich den Blättern einer Zwiebel einſchließen, darſtellen. Hierbei bilden ſie Wirbel, deren Schilderung nicht hierher gehört, und endigen mit einer ſtumpfen Spitze. Bei dem Menſchen und den höheren Thieren liegen die Faſern mit ihren ebenen Seitenrändern dicht und regulär an einander, zeigen ſich bisweilen in ihrem Innern geſtreift und bieten z. B. in den oberflächlicheren Schichten der Linſe des Pferdes die ſcheinbare Eigenthümlichkeit dar, daß innerhalb einer Faſer eine oder mehre (von Rändern durchſcheinender Faſern vielleicht herrührende) Linien verlaufen. Wenn hier eine ſolche Täuſchung, vorzüglich bei den breiteren Linſenfaſern der oberflächlichen Schichten, eintreten kann, ſo zeigt ſich ein anderer Fall bei den tieferen, welche den Kern darſtellen. Die Linſenfaſern der oberflächlichen Linſenlagen nämlich erſcheinen viel breiter, als die letzten Fibrillen, in welche ſich die tieferen, den Kern bildenden, ſondern. Während z. B. bei dem Pferde jene Linſenfaſern im Mittel 0,005‴ meſſen, ſchwanken dieſe Fibrillen meiſt zwiſchen 0,0008 bis 0,0018‴. Oft liegen ſie iſolirt neben einander. Allein häufig ſondern ſich vorzüglich an den abgeriſſenen Rändern Faſern, welche denen der oberflächlichen Linſenſchichten ungefähr an Breite gleich kommen, aber deutlich aus Fibrillen zuſammengeſetzt werden. Schon dieſe Thatſache läßt ſich vielleicht dahin deuten, daß die centralen Fibrillen durch Längentheilung von Faſern entſtehen. Schon eine genaue Betrachtung der Umriſſe der von der Fläche geſehenen Linſenfaſern muß zu der Ueberzeugung führen, daß ſie zwar platt, aber ſeitlich polygonal ſeien. Denn

an den Seiten ſieht man einen ſchmalen hellen oder in Schatten liegenden Streif, der nur von einer winklig abfallenden Fläche herrühren kann. Betrachtet man das freie Ende der Faſern, ſo ſieht man deutlich, daß ſie mehr oder minder ſechseckig ſind und daß nur die obere und die untere Fläche derſelben auf Koſten der unter ſpitzem Winkel zuſammenſtoßenden Seitenflächen ausgebildet ſind. Auf feinen ſenkrechten Schnitten beſtätigt ſich dieſe Anſchauung. Vorzüglich gilt dieſes von den größeren Faſern. Auch an den Fibrillen deuten die Lichter und Schatten ihrer Ränder auf eine heragonale Geſtalt. Allein hier fehlt der definitive Beweis durch Anfertigung feiner Querſchnitte. Statt dieſer geradflächigen Form aber zeigen die Linſenfaſern bei Fiſchen, Fröſchen und anderen niederen Wirbelthieren Zacken, mit welchen ſie wechſelſeitig in einander greifen und die auch vielleicht rudimentär noch bei Säugethieren, wenigſtens bisweilen, erſcheinen, obgleich man hier regulär aufliegende Körnchen nicht für Zähnchen halten darf. Vorzüglich an den breiteren Linſenfaſern gewahrt man noch größere und kleine aufliegende Körperchen. An den Fibrillen dagegen zeigt ſich eine Erſcheinung, deren Deutung noch problematiſch iſt. Man ſieht nämlich eine Menge von Strichen, welche den Längendurchmeſſer der Fibrille ſchief ſchneiden, offenbar oberflächlich liegen, bisweilen für jede Fibrille ſelbſtſtändig ſind, meiſt aber über mehre oder viele ſchief hinabſteigen. Dieſe ſchon von Corda, R. Wagner und Werneck geſehenen Gebilde machen an fortlaufenden Fibrillen einen ähnlichen Eindruck, wie die Querſtreifen der Muskelfaſern. Sind bloße gekrümmte Fragmente von Fibrillen im Geſichtsfelde, ſo wird man unwillkürlich an die wurmförmigen Gefäße der älteren Pflanzenanatomen erinnert. Ich weiß nicht, ob ich irre, wenn ich ſie geradezu für ein Syſtem ſehr feiner und in anderer Richtung zwiſchen die gröberen Fibrillen durchgehender Fäden halte. Ihre Breite beträgt im Pferde im Mittel 0,0005‴. Dieſe verſchiedenartigen Linſenfaſern liegen mit der auffallendſten Regularität in ihrem meiſt bogigen Verlaufe an einander. Weniger fällt dieſes bei den Faſern der oberflächlicheren Schichten der Linſe, als bei den Fibrillen, die ſich in dieſer Beziehung oft wie die Linien des feinſten Glasmikrometers darſtellen, auf. Die breiteren Linſenfaſern iſoliren ſich bei ihrer Zähigkeit ſchwer von einander. Dagegen haben die Fibrillen umgekehrt eine gewiſſe Sprödigkeit, ſo daß es z. B. bei dem Pferde ſehr leicht wird, mannigfache, größere und kleinere ſtäbchenartige Bruchfragmente in der Flüſſigkeit ſchwimmen zu ſehen. Die Bruchflächen der größeren Faſern ſowohl, als der Fibrillen erſcheinen meiſt uneben. In einzelnen der letzteren bemerkte ich auch mehrfach eine Art conſervenartiger Quergliederung. — Während aber auf dieſe Art die Schichten der Fibrillen vorzugsweiſe den härtern Kerntheil und die breiteren Faſern, wo die Unterſchiede beider Gebilde ſchärfer ausgeſprochen ſind, die weicheren peripheriſchen Lagen zuſammenſetzen, begegnen wir dicht unter der Linſenkapſel einer halbweichen Schicht, der ſogenannten Morgagni'ſchen Feuchtigkeit, welche in ſehr verſchiedener Menge vorkommen kann, und bei dem Menſchen vorn reichlicher als hinten vorhanden ſein ſoll. Man beobachtet neben einer größern oder geringern, doch ſtets unbedeutendern Menge einer durchſichtigen farbloſen Grundflüſſigkeit die Zellen, welche ſie zuſammenſetzen, am einfachſten, wenn man eine ganze noch in ihrer Linſenkapſel eingeſchloſſene Linſe mikroſkopiſch unterſucht. Die Zellen ſind iſolirt oder wenigſtens nicht dicht zuſammengedrängt, oft rund, werden aber auch durch engere Aneinanderlage vollkommen polyedriſch, gleich parenchymatiſchem Pflanzenzellgewebe, zeigen oft einen granulirten, grauen, rundlichen bis länglich runden, centriſchen bis excentriſchen Kern, erinnern nicht ſelten an einzelne auf dem Waſſer ſchwimmende Tropfen eines farbloſen Oeles und meſſen meiſt

0,008 bis 0,012‴. Meist sind diese Zellen von den Fasern geschieden. Im Embryo entstehen die Fasern aus solchen, die sich an einander reihen und mit einander verschmelzen, so daß man bisweilen noch in einer Faser mehre successive Kerne sieht. Bisweilen glaube ich auch in der Linse des Hühnerembryo gesehen zu haben, wie sich eine Zelle an eine schon gebildete Faser ansetzte, so wie ich es Fig. 17. angedeutet habe. Solche Ansichten führten wahrscheinlich Schwann zu der Meinung, daß sich die Linsenfasern durch Verlängerung der Linsenzellen bilden.

Die Linsensubstanz ist hell und durchsichtig, trübt sich aber leicht von selbst oder durch Einwirkung von chemischen Reagentien. Die unmittelbare Trübung derselben nach dem Tode ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden. Bei Kälbern z. B. tritt sie sehr rasch ein, während sich die Linsen des Pferdes bis zu beginnender Fäulniß theilweise oder gänzlich durchsichtig zu erhalten pflegen. Das sp. G. der Linsensubstanz des Menschen beträgt 1,079, des Schafes 1,18, der äußeren weicheren Schichten des Ochsen 1,0765 und des Kernes 1,194 (Chenevix). Das Brechungsvermögen der ganzen Linse, das der atmosphärischen Luft als Einheit gedacht, gleicht 1,3839; das der äußeren Schichten 1,3786 und das des Kernes 1,3999 (Brewster). Essigsäure macht die Linsenfasern trüber und daher deutlicher, und läßt sie oft an einzelnen Stellen isolirter hervortreten. Weinsteinsäure hat denselben Effect und schlägt oft an ihnen noch kleine Körnchen nieder. Hier sowohl, als nach Einwirkung von sauerkleesaurem Kali sehe ich oft an den breiten oberflächlichen Linsenfasern des Pferdes Zähnelungen des Randes, die mir sonst nicht aufgefallen sind und die wohl durch ungleiche Anfressung entstehen. Durch Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure erzeugen sich augenblicklich sehr heftige milchige Trübungen. Nach Berzelius enthält die Linsensubstanz Wasser 58%, membranöse Fragmente 2,4%, Wasserextract mit Spuren von Salzen 1,3%, Alkoholextract mit Salzen 2,4% und eiweißartige Materie 35,9%. Mulder fand in der Krystalllinse des Ochsen 55,39% Kohlenstoff, 6,94% Wasserstoff, 16,51% Stickstoff und 21,16% Sauerstoff, und berechnet daher diese Data als seine Formel des Protein (C_{40} H_{62} N_{10} O_{12}), von dem 15 At. auf 1 At. Schwefel kommen. Freier Phosphor fehlt hier gänzlich. Das Verhalten gegen Säuren, vorzüglich gegen Essigsäure, läßt auf eine caseinähnliche Constitution schließen. In getrübten Linsen fanden sowohl Wurzer bei dem Bären, als Lassaigne bei dem Pferde eine vorherrschende Menge erdiger Bestandtheile, vorzüglich von phosphorsaurer Kalkerde.

Der Zweck der Linse, durch ihre Brechkraft bei dem Sehen zu nützen, bedingt ihre Durchsichtigkeit, so wie ihre mit der Iris und vielleicht anderen Apparaten des Auges verbundene Fähigkeit, das Accommodationsvermögen des Sehorganes zu erzeugen, ihre dichtere Consistenz im Kerne, ihre dünnere an der Peripherie nothwendig macht. Eine mikroskopische, der Gegenwart entsprechende Untersuchung der sogenannten wiedererzeugten Linsensubstanz fehlt noch gänzlich. Findet eine wahre Regeneration derselben Statt, so würde dieses wieder auf eine Aehnlichkeit mit Epidermidalgewebe hindeuten.

Ueber die helle durchsichtige Substanz des Glaskörpers erhält man durch die Untersuchung von Thieraugen nicht mehr Belehrung, als durch die Erforschung des Gesichtsorganes des Menschen (S. den dritten Abschnitt bei dem Auge). Durch Vermischung der Substanz desselben mit kleesaurer Kalilösung entstehen feine, durch einen Körnchenniederschlag weißlich werdende Membranen, welche aber eben so wenig als das Gefrieren einen zelligten Bau dieses Gebildes irgendwie bestimmt nachweisen. Die Substanz des Corpus vitreum be-

steht nach Berzelius aus 98,40% Wasser, 0,16% Eiweiß, 0,02% Wasserextract und 1,42 Kochsalz mit etwas extractartiger Materie.

5. Umhüllungsgewebe.

Unter diesem provisorischen Namen umfassen wir eine Reihe von vielleicht sehr verschiedenartigen Gebilden, von denen die faserigen früher als fadig aufgereihtes Epithelium und zum Theil als beigemengte elastische Fasern, in neuester Zeit von Henle als Kernfasern, aufgeführt worden sind, während die membranösen entweder gar nicht bekannt waren oder mehr beiläufig bei ihren einzelnen Vorkommnissen besprochen wurden. Obgleich auf diejenige Klasse von sogenannten Kernfasern, welche zwischen anderen Fasern eingeschaltet sind, die Benennung Umhüllungsgewebe nicht ganz paßt, so dürfte doch der Umstand, daß dieser Ausdruck den Verhältnissen der meisten übrigen der hierher gehörenden Gewebe entspricht, die Wahl der Benennung vorläufig entschuldigen.

Bei allen mit stärkeren Epithelien bekleideten Häuten finden wir, sobald das Epithelium von selbst oder durch Abkratzen losgegangen ist, einen mikroskopisch bestimmten Rand, der als eine glashelle, hautartige Masse vorzüglich da, wo die Fasern gegen die Oberfläche senkrecht stehen, erscheint, und an welchem bisweilen Kerne unmittelbar oder nach Einwirkung von organischen Säuren kenntlich werden. Die nach dem sehr zarten und oft nicht mehr kenntlichen Pflasterepithelium zum Vorschein kommende helle Haut an der innern Oberfläche der Gefäße wäre vielleicht auch hierher zu rechnen. An diese erste Form reihen sich als zweite entschiedener membranöse glashelle, mit rundlichen und häufiger länglich runden Kernen versehene Hüllen, welche an den Läppchen der Thymus, den Nervenfasern (Fig. 30.), den Muskelfasern u. dgl. vorkommen und bei diesen einzelnen Geweben ausführlicher erörtert werden. Auch mittelgroße Schlagadern und Blutadern zeigen unter günstigen Verhältnissen eine ähnliche Bildung, bei welcher die Grundlage, in welcher sich die Kerne befinden, entweder eine helle durchsichtige, gleichartige, das Gefäß von außen umschließende Membran ist oder diese an den Stellen der Nuclei zellenartige Hervorragungen bildet. Diese letztere Formation wird dann in den Capillaren häufiger (Fig. 93.). An diese Formen schließt sich das vorzüglich als fadig aufgereihte Epithelium oder als corpuscula granulosa beschriebene Umhüllungsgewebe der quergestreiften Muskelfasern (Fig. 80., 81., 82.). Hier erscheinen an dem Sarcolemma im frischen Zustande theils gar nicht, theils weniger deutlich, obgleich mit Bestimmtheit kenntliche, nach Einwirkung organischer Säuren, wie Essigsäure, Weinsäure, sogleich hervortretende, meist längliche Kerne, welche in einzelnen Distanzen größtentheils longitudinal und zum Theil abwechselnd gestellt sind. Man untersucht ihre Detailsverhältnisse am besten bei dem Rinde, dem Frosche und vorzüglich dem Krebse, bei welchem diese Kernbildungen, wie die der Nerven, eine verhältnißmäßig bedeutende Größe darbieten. Bei dem Frosche z. B. sieht man dann bei gehöriger Beschattung und Einstellung des Focus, daß von den Kernen aus blasse Fäden oft ununterbrochen longitudinal gerade bis zu dem nächsten Kerne verlaufen, und daß die Enden von diesem bald insensibel in die blasseren Fäden überzugehen scheinen, sich aber bald durch größere Saturation unterscheiden. Bisweilen erkennt man noch in dem Anfangstheile des Fadens oder in seinem Verlaufe innerhalb des hellen Doppelstriches, welchen er bildet, einzelne distante Körnchen, bisweilen erscheint er auch in Form einer leeren Doppellinie u. dgl. mehr. Zwischen diesen an beiden Enden der langen schmalen

Kerne hervorgehenden Faden und ihnen mehr oder minder parallel finden sich dann dünne Fäden oder Streifen, an welchen keine Kernbildung mehr kenntlich ist. Anderseits gewahrt man auch spindelförmige, hörnerartig gekrümmte, mehr rundliche Kerne u. s. w., welche bisweilen kelchartig in einander gefügt (Fig. 82. *b.*) oder in Theilung begriffen sind u. dgl. Bisweilen lösen sich auch einzelne, deutlich in Zellen eingeschlossene Kerne los (Fig 82. *a.*). Wahrscheinlich diesen Gebilden zunächst stehen diejenigen Umhüllungsfasern, welche wir so oft an den Drüsenschläuchen, an den geschlossenen Cysten um die Hirnsandkugeln, an den Wimperblasen beobachten und die als gleichlaufende Fäden mit deutlichen Kernen oder spindelförmigen Anschwellungen erscheinen. Endlich gehören noch zum Theil diejenigen feinen, durch Essigsäure und andere organische Säuren zum Vorschein zu bringenden Fasern, hierher. Behandeln wir ein Stückchen Zellgewebe mit Essigsäure, so werden die gewöhnlichen Zellgewebefasern gallertig, hell und unkenntlich. Es erscheinen aber dann stets neben zerstreuten Kernen viele feine gelbliche, oft geschlängelte oder gekrümmte, nicht selten sich spaltende und zu Netzen anastomosirende Fasern, welche bisweilen ein einzelnes Bündel gänzlich oder stellenweise spiralig umwickeln. Theils in ähnlicher Form zeigen sich diese Umhüllungsfasern auch an anderen Geweben. Oft aber nehmen sie eine mehr reguläre Gestalt an, indem sie den Grundfasern des Gewebes paralleler folgen. Einige andere Eigenschaften derselben wurden schon in dem ersten Theile bei Gelegenheit der Verhältnisse des Kernes und der sogenannten Kernfasern bemerkt.

6. Elastisches Gewebe.

Die gelben bis weißgelblichen, einerseits sehr elastischen, anderseits sehr brüchigen, durch ihre Festigkeit und häufig durch sehr dunkele Randlinien sich auszeichnenden Fasern, welche dieses Gewebe zusammensetzen, erscheinen entweder als schmalere oder breitere, zum Theil verästelte Fasern oder Fasernetze, oder erlangen bei ihrer netzartigen Verbindung einen solchen Grad von Breite und Verschmelzung, daß das Ganze mehr einer durchlöcherten Membran gleicht und an gewisse netzförmige Verholzungsformen der Gewächse auf eine sehr auffallende Weise erinnert. Feinere gelbliche, elastische Fasern, die sich oft gabelig spalten, finden sich sehr häufig zwischen dem Zellgewebe gewisser Organe, wie z. B. der äußern Haut, an den serösen und Schleimhäuten, einzelnen Fascien u. dgl. mehr, und werden dann theils von vorn herein, theils nach Behandlung mit organischen Säuren kenntlich. Größere Anhäufungen dieses Gewebes, wobei breitere Fasern und Fasernetze und nicht selten durchlöcherte Membranen mannigfach unter einander gemengt sind, verleihen dem Theile schon eine für das freie Auge mehr kenntliche gelbliche bis gelbere Farbe und einen auffallendern Grad von Elasticität, wie wir z. B. an der äußersten Lage der Speiseröhre, an den Bändern und Häuten der Athmungsorgane, dem Aufhängebande des Penis und in noch stärkerm Grade an den cavernösen Körpern, den gelben Bändern, den Arterien sehen. Wo endlich starkes elastisches Gewebe allein, wie in dem Nackenbande der Säugethiere existirt, erscheint das Ganze bei jungen Thieren gelblich weiß bis gelblich grau, bei älteren mehr gelb, äußerst fest und straff und dabei bis zu einem gewissen Grade elastisch und zeichnet sich zugleich durch eine bedeutende Widerstandskraft gegen Wasser, selbst bei dem Kochen und zum Theil gegen Säuren aus. Untersuchen wir als Normalrepräsentanten des Typus des elastischen Gewebes mit stärkeren Fasern das Ligamentum nuchae des Ochsen, so finden wir theils steife, theils in ihren Rißfragmenten mannigfach sich biegende und einrollende, mit meist sehr

dunkelen Schattenrändern versehene und oft, nach diesen zu urtheilen, prismatisch erscheinende Fasern, welche sich nicht selten theilen und an denen eine mehr oder minder dunkele Spaltungslinie nicht selten über die Theilungsstelle hinaus nach rückwärts kenntlich ist. Sehr oft erscheint ihr Inneres einförmig, heller oder strichweise schattig getrübt. Bisweilen erkennt man neben einander verlaufende Streifenlinien, als seien die elastischen Fasern aus dicht bei einander liegenden eng verschmolzenen oder noch nicht gesonderten Fäden zusammengesetzt, obgleich häufig Bilder der Art auch durch rein optische Phänomene zu Stande kommen können. Die Bruchränder erscheinen nicht selten zackig, ungefähr als hätte man zwei oder mehr genau an einander geleimte Glasstäbe zerbrochen. Es hat nämlich nicht selten das Aussehen, als gehe eine dünnere Faser aus dem Centrum einer abgebrochenen dickern hervor und ließe sich sogar in dieser noch eine Strecke weit rückwärts verfolgen. Bei der Drehung des Präparates und Veränderung der Beleuchtung sieht man allerdings meist, daß dieses Bild nur eine Täuschung ist und dadurch entsteht, daß ein schmalerer längerer Fasertheil an und unter einem breitern liegt. Ob dieses jedoch immer stattfindet, bleibt dahin gestellt. Bisweilen zeigen auch einzelne Fasern eine durchgehende dunkele Querlinie, die in der Regel von einer gleichlaufenden hellen begleitet wird. Nach dem Kochen der Fasern in einer Auflösung von kaustischem Kali bleiben einzelne von ihnen ganz unverändert, während andere eine oder wenige dunkele Linien erhalten, noch andere vollkommen streifig werden, obgleich die schattigen Streifen nie so dunkel als die Seitenränder erscheinen. Feine Querdurchschnitte zeigen stets vollständige oder unvollständige dunkele Randlinien und ein helleres Innere, boten mir jedoch bis jetzt keine deutlichen Anschauungen eines etwa existirenden Centralcanales dar. Verfertigt man sich feine Längen- oder Querschnitte des Nackenbandes z. B. des Ochsen, so sieht man neben diesen Fasern außer eingestreuten Zellgewebebündeln an einzelnen Stellen an den elastischen Fasern und zwischen ihren Netzen und Gruppen helle granulirte membranöse Ausbreitungen, die oft ihrer großen Durchsichtigkeit wegen, besonders wenn keine Körnchen an ihnen liegen, übersehen werden können, bei Beschattung auffallen und bisweilen noch einen, wie es scheint, nucleusartigen Körper an sich haben. Die feineren elastischen Fasern anderer Theile theilen wahrscheinlich immer wenigstens die wesentlichsten geschilderten Eigenschaften der größeren. Wo die Maschenräume in Verhältniß zu den Fasern sehr klein sind, erscheinen die Ränder derselben ebenfalls sehr dunkel.

Vergleichen wir die elastischen Fasern z. B. des Nackenbandes älterer Thiere mit denen jüngerer, so finden wir nicht nur die oben schon erwähnte Farbenverschiedenheit, sondern bemerken auch auf der Stelle, daß die stärksten Fasern des jungen Individuum beträchtlich schmäler als die des ältern sind — eine Sache, die, wie ich glaube, Henle mit Unrecht in Zweifel zieht. So messen bei dem Rinde die feineren in ihrer Breite 0,001‴ bis 0,0025‴; die stärkeren 0,003‴ bis 0,008‴, während im Kalbe die meisten eine Breite von 0,001‴ bis 0,003‴ haben und so breite als die stärksten im Ochsen sind, wahrscheinlich nie gefunden werden. Die elastischen Fasern des Kalbes erscheinen außerdem blasser, mit einem Stiche ins Graue, so wie nicht selten an einzelnen Stellen ihrer Substanz longitudinal körniger, und haben oft an ihren Seitenrändern Fragmente der schon erwähnten granulirten Haut an sich. Ihre embryonale Entstehung beruht wahrscheinlich, vorzüglich da, wo sie Netze bilden, darauf, daß primäre kernhaltige Zellen entstehen, an ihren Wandungen körnig und in ihrer Form abgeplattet werden, und daß man daher dann in dem Nackenbande des Rindsembryo granulirt faserig gestellte und zum Theil

noch mit Kernen versehene Zellen sieht. Während diese letzteren vermuthlich in dem höchsten Grade ihrer Abplattung und mit theilweisem Verluste der Saturation ihres Kernes oder des Nucleus selbst und der körnigen Beschaffenheit ihrer Wandungen verbleiben, bilden sich vermuthlich, sei es an den Seitenwänden der isolirten oder verschmolzenen Stellen oder in der zwischen ihnen existirenden Intercellularsubstanz die elastischen Fasernetze, deren specielle Erzeugung jedoch noch gänzlich unbekannt ist. Ob die feineren und mehr isolirt verlaufenden elastischen Fasern dieselbe, oder wie nicht unwahrscheinlich, eine andere Entstehungsweise haben, läßt sich bei dem Mangel an sicheren Beobachtungen irgend einer Art noch gar nicht bestimmen. Viel theoretisch Ansprechendes hat die Vermuthung von Henle, daß die elastischen Fasernetze nur eine eigenthümliche Entwicklung seiner sonst die Zellgewebebündel umgebenden Kernfasern seien. Denn offenbar läßt sich schon oft zwischen diesen und feineren elastischen Fasern keine ganz bestimmte Grenze ziehen.

Das elastische Gewebe zeichnet sich durch eine bedeutende Widerstandskraft gegen die Einwirkungen von kaltem und warmem Wasser, von Alkohol, Aether, Säuren und selbst Alkalien aus und giebt nach den Beobachtungen von Joh. Müller nach sehr anhaltendem Kochen mit Wasser einen eigenthümlichen Leim, dessen wässrige Lösung durch essigsaures Blei und noch stärker durch Essigsäure getrübt, durch schwefelsaure Thonerde und Kalialaun gefällt und durch schwefelsaures Eisenoxyd kaum getrübt wird. Der Nutzen des elastischen Gewebes wird durch seine Benennung angedeutet.

7. Fadencylindergewebe.

Eine ziemliche Reihe von verschiedenen Theilen, welche sich für das freie Auge oft sehr deutlich von einander unterscheiden und auch functionell sehr different sind, zeigen als letzte anatomische Elemente feine, mehr oder minder elastische, weder stark abgeplattete, noch zu varicös angeschwollene Fäden, die mit Wasser gekocht Leim geben. Hierher gehören das Zellgewebe oder Bindegewebe, die Sehnen, die Bänder, die vollständig faserigen Scheiben, die faserigen Häute, die Lederhaut, die Sklerotika und zum Theil die Blut- und Lymphgefäße. Nach dem gegenwärtigen Stande der Gewebslehre handelt man am füglichsten diese Gewebelemente unter Einer Rubrik, für welche mir der oben vorangestellte Namen der passendste zu sein scheint, ab. Obgleich aber die letzten Elemente aller vorläufig hierher gestellten Gewebe unter dem Mikroskope einander so ähnlich erscheinen, daß man oft vergeblich nach bestimmten charakteristischen Differenzen sucht, so lassen sich doch schon jetzt einerseits feinere Nuancenunterschiede angeben, während anderseits die mit freiem Auge wahrnehmbaren anatomischen, chemischen und physiologischen Verhältnisse uns immer ermahnen, daß hier die bisherigen mikroskopischen Leistungen gegen die Ergebnisse anderer Forschungsrichtungen zurückstehen [1]).

[1]) Nur weil ich bei der gegenwärtigen Darstellung von dem rein mikroskopischen Standpunkte ausgehen muß und vorzüglich um Raum zu ersparen, habe ich die obige, in vielen Beziehungen sehr unnatürliche Klasse, die nur als eine provisorische anzusehen ist, gewählt. Vielleicht ließe sich noch als ein allgemeineres Merkmal derselben die Eigenthümlichkeit anführen, daß ihre Contractilitätsphänomene schwach und in vielen Beziehungen von dem Nervensysteme unabhängiger sind, nach anderen äußeren Einwirkungen leichter eintreten und daß dann, sobald es die Consistenz der Fäden zerlaubt, Zickzackbiegungen, nie aber varicose Anschwellungen derselben erscheinen.

a. Zellgewebe oder Bindegewebe.

Die Fäden desselben zeigen sich weißlich oder in größeren Massen auch mit einer geringern oder stärkern Nuance von Gelbröthlich, liegen theils isolirt, theils zu wenigen an einander oder bilden auch Fadenbündel oder Fasern, erzeugen dann leicht Irisationen und Farbenspiel, vorzüglich an den engen zwischen ihnen befindlichen Spalten und nehmen leicht eine gelbgrünliche oder röthlich schillernde Färbung, die jedoch nur optisch ist, und auch bei achromatischen Mikroskopen bei durchfallendem Lichte eintritt, an. Bündelweise oder in einer Membran, wie z. B. dem Gekröse nach ausgespannt, schlängeln sie sich leicht mehr oder minder homogen. Vereinzelt oder zu wenigen gruppirt oder in dünneren Bündeln biegen, krümmen und verwickeln sie sich sehr leicht, gleich früher eingewickelten und aufgerollten Zwirnsfäden. Varicositäten, besonders dunkele, auffallende Ränder oder zackige Rauhigkeiten an diesen fehlen, wie es scheint, gänzlich. Ihr Durchmesser beträgt 0,0004 bis 0,0012 P. L. Unter sehr starken Vergrößerungen erscheinen sie noch gleichförmig ohne Centralcanal. Nur muß man sich hier nicht durch Schattenstreifungen, welche oft durch die enge Aneinanderlage zweier oder mehrer Fäden entstehen, verführen lassen. Die Conformation der ihrer Spannung beraubten Zellgewebefäden könnte zu dem Irrthume verleiten, noch eigene Körperchen, Klümpchen und dgl. in dem Zellgewebe zu finden. Unter schwächeren Vergrößerungen nämlich wird durch die ringförmige oder unregelmäßige Einrollung der Fadenbündelchen oder selbst einzelner Fäden ein solches Aussehen hervorgerufen. Unter stärkeren Linsen glaubt man auf den ersten Blick nicht selten ein Knötchen oder ein Körperchen deshalb zu sehen, weil eine einzelne Faser sich plötzlich einknickt, umbiegt oder selbst schwach einrollt und so diese Einrollungsstelle die Form eines Köpfchens zeigt. Dagegen gewahrt man häufig innerhalb des ausgebreiteten Zellgewebes rundliche, rundlich eckige und länglichrunde Körper, die aber höchst wahrscheinlicher Weise immer nicht ihm, sondern dem Umhüllungsgewebe angehören. Die Zellgewebefäden werden durch Wasser und Weingeist nicht wesentlich verändert, durch Essigsäure dagegen sehr schnell unkenntlich gemacht und in eine gallertige granulirte, milchglasartige Masse verwandelt, während die Kerne und Fasern des Umhüllungsgewebes sogleich in reichlichster Menge deutlich hervortreten. Nach Henle erscheinen im Anfange der Einwirkung der Essigsäure oft undeutliche, dicht gedrängte Querstreifen, welche durch kleine Molecule erzeugt werden — eine Anschauung, die sich mir auch mehrfach darstellte, sobald nur die Zellgewebebündel auch nach Einwirkung der Säure ihre reguläre, mehr oder minder gestreckte Lage beibehalten hatten. In einzelnen stärkeren Bündeln soll dann noch nach Henle eine Art dunkler Achse, ungefähr, wie der Markcanal im Haare vorkommen. Verdünnte Schwefelsäure greift zuerst die Zellgewebefäden, dann die Kerne und hierauf die Fasern des Umhüllungsgewebes an und zieht zugleich die ganze zellgewebige Masse zusammen. Die Umhüllungsgebilde leisten auch verdünnter Chlorwasserstoffsäure und zum Theil verdünnter Salpetersäure größern Widerstand, als die Zellgewebefäden, werden aber durch kaustisches Ammoniak, welches im Anfange seiner Einwirkung noch distante, oft vereinzelte Fäden erkennen läßt, nicht deutlich wahrnehmbar und lösen sich in kaustischem Kali wahrscheinlich eben so rasch, wo nicht schneller, als die Bindegewebefäden auf.

Dem Zellgewebe liegen kernhaltige Zellen zum Grunde. Als Mittelstadium sieht man Zellenfasern d. h. es fallen zuerst längliche, mehr oder minder

verhältnißmäßig ſchmale mit Körnchen verſehene Kerngebilde, von denen nach beiden Seiten verſchmälerte Faſern ausgehen, auf (Fig. 10.). Die letzteren zeigen ſich meiſt als ſchmale, einfache oder doppelte Linien. Bei genauerer Unterſuchung ſieht man aber, daß ihr Breitendurchmeſſer nicht ſo gering iſt, daß ſie vielmehr platt ſind und indem ſie auf der Kante ſtehen, ſo ſchmal zu werden ſcheinen. Am beſten überzeugt man ſich hiervon an Faſern, die platt aufliegen und zum Theil um ſich gebogen ſind (Fig. 10. *a*.). Dieſe Aeſte ſind bisweilen verzweigt (Fig. 10. *b*.); bisweilen gehen auch mehr als zwei von einer ſolchen Kerngegend aus. Die Nuclei ſind in einzelnen noch iſolirt kenntlich, in anderen nicht. Noch nicht hinreichend erörtert und vielleicht in Zukunft noch zu mancherlei Schlüſſen führend ſcheint mir der Umſtand, daß man dieſe Zellenfaſern des Zellgewebes meiſt ſo iſolirt ſieht. Später gewahrt man Faſern, welche ſich in Fäden ſpalten. Bisweilen finden ſich ſelbſt im Erwachſenen noch Faſern, an denen die Zuſammenſetzung aus Fäden minder deutlich iſt und die vielleicht unvollkommen entwickelte oder junge Faſern ſind.

Das Zellgewebe giebt mit Waſſer anhaltend gekocht gewöhnlichen Leim oder Colla. Eingetrocknet weicht es in Waſſer zum Theil vollſtändig wieder auf. Des Verhaltens gegen Säuren und Alkalien wurde ſchon oben gedacht. —

Wo Organe und Organtheile nicht unmittelbar mit einander in Verbindung treten, jedoch an einander geheftet werden ſollen, bedient ſich die Natur der Zellgewebebündel, welche ſich in ihren lockeren, netzförmigen Verbindungen bei ihrer Weichheit und Dehnbarkeit leicht den verſchiedenen Geſtalt- und Volumensveränderungen der benachbarten Theile anpaſſen und zugleich bequem die Blut- und Lymphgefäße, ſo wie die Nerven neben und zwiſchen ſich hindurchgehen laſſen, Fettkugeln in ihre Maſchenräume aufnehmen und ſich mit ihrer lockern ſchwammigten Anordnung leicht mit wechſelnden Mengen von Ernährungsflüſſigkeit durchtränken können. Nach Verſchiedenheit dieſer äußeren Verhältniſſe werden ſchon ihre phyſikaliſchen Eigenſchaften vielfach in Anſpruch genommen. Es ſcheint aber auch, als komme ihnen eine gewiſſe organiſche Contractilität, die ſich beſonders bei einzelnen aus zellgewebigen Faſern gebildeten Häuten oft deutlicher ausſpricht, zu. Das gewöhnlich hier angeführte Zellgewebe der Tunica dartos (ſ. unten bei den Geweben der männlichen Geſchlechtstheile) des Menſchen dürfte weniger hierher gehören, als z. B. die Lederhaut. Indem aber das Zellgewebe als das verbindende Element einerſeits auftritt, bildet es anderſeits mehr oder minder ausgedehnte und vollſtändige Hüllen, ſowohl um größere Organe und Organtheile z. B. die einzelnen Muskeln, die Lungen, die Leber, die Nieren ꝛc., als um die untergeordneten Partien derſelben hinab bis zu den Gewebtheilen, z. B. um die einzelnen größeren und kleineren Muskelbündel bis ſelbſt zu den Muskelfaſern, um die einzelnen Nervenbündel bis zu den Primitivfaſern herunter. Daher kommt es dann, daß ſehr viele Elementartheile von zellgewebigen Hüllen (Perimyſium, Neurilemma, äußere Hülle der Lymphgefäße, der Blutgefäße, äußere Formation der Drüſenſchläuche u. ſ. f.) umgeben und ſo mit einander oder mit heterogenen Theilen verbunden werden. Auch dieſe Zellgewebeformationen nehmen wieder die Gefäße und Nerven, ſo wie eine große Menge der Ernährungsflüſſigkeit auf und können wie z. B. in vielen Muskeln und Nerven, ſelbſt, wenn ſie nur kleinere Scheiden darſtellen, noch Fettkugelablagerungen in ſich enthalten. Bei allen dieſen Beſtimmungen verhält ſich das Zellgewebe als Aeußeres zu den mehr eingeſchloſſenen Geweben, Organtheilen und Organen. Allein es ſelbſt oder wenigſtens ſeinen Fäden äußerſt nahe Gebilde treten auch als innere Beſtandtheile von Organtheilen ſelbſt auf. Bei den Schleimbeuteln der Sehnen-

Digitized by Google

scheiden und dgl. finden wir als Grundlage nur verschieden verbundene Fasern und Bündel von Zellgeweben. Aehnliches gilt von der Spinnwebehaut und der weichen Haut des Hirnes und des Rückenmarks. In der harten Haut des centralen Nervensystemes, dem Lungenfelle, dem Herzbeutel, dem Bauchfelle, den Scheidenhäuten des Hodens, den Fascien, der Beinhaut, dem Trommelfelle, überhaupt allen fibrösen und sogenannten serösen Häuten, in der faserigen Grundlage der Schleimhäute und dgl. finden wir nur eine Verwebung von cylindrischen Fäden, die wir wenigstens bis jetzt durch keine allgemeineren Merkmale von den Fäden des Zellgewebes unterscheiden können. Ob sie wahrhaft mit ihnen identisch sind und ob nur das verschiedene Aussehen der genannten Theile, welche durch sie zusammengesetzt werden, von der Stärke ihrer Bündel und der Dichtigkeit ihrer Verwebung vorzugsweise abhängt, oder ob noch fein nuancirtere anatomische und chemische Unterschiede existiren, ist jetzt noch nicht zu entscheiden. Untergeordnete Differenzen werden schon hier wahrgenommen. Die Bündel der weichen Haut des Rückenmarkes stellen sich z. B. derber und fester, als die der Pia mater des Gehirnes dar. Die derberen Fasern und Fäden der Schleimhaut des Darmes werden nach der Oberfläche hin sehr zart, können durch mechanische Sonderung kaum mehr isolirt dargestellt werden, und erscheinen als Grundlage der Innensubstanz der Zotten und Falten so fein, daß sie nur an einzelnen Präparaten wahrgenommen zu werden vermögen. Allein anderseits muß man bekennen, daß noch kein einziges anatomisches oder chemisches Merkmal existirt, um unter dem Mikroskope Fasern und Fäden der genannten sehr verschiedenen Theile mit Sicherheit ihrem Ursprunge nach zu erkennen und von Elementen des gewöhnlichen atmosphärischen Zellgewebes genau zu unterscheiden. Dasselbe läßt sich von vielen Elementen der Blut und der Lymphgefäße, so wie selbst von zahlreichen unter den folgenden Rubriken anzuführenden Theilen behaupten. Eine andere Mißlichkeit, welche noch durch unsere gegenwärtigen mangelhaften Kenntnisse hervorgerufen wird, entsteht dadurch, daß sich oft vorzüglich in Theilen, bei welchen die Bindegewebebündel enger verflochten sind, z. B. in der Lederhaut, in den fibrösen Häuten platte Fasern, bei denen es sehr schwer zu entscheiden ist, ob sie zur Abtheilung der einfachen Muskelfasern oder muskulösen Fasern zu rechnen sind oder ob sie bloß einfache, weniger in Fäden gesonderte Zellgewebefasern oder ihnen isomorphe Elemente darstellen, vorfinden.

Eine eigenthümliche noch hierher gehörende Modification wird durch die in dem Tapetum der Säugethiere, an der Haut, den Bauchmuskeln u. dgl. der Frösche existirenden, schon bei dem Pigment beiläufig erwähnten Fäden, welche den silberfarbenen bis grünlichen oder sonstigen Schillerglanz hervorrufen, dargestellt. Unter dem Mikroskope erscheinen sie auch als sehr feine, sich schlängelnde und in ihren einzelnen Bündeln mehr oder minder gleichlaufende Fäden von sehr bedeutender Dünne. An der Außenfläche der Bauchhaut der Frösche z. B. sind sie breitere, wie es scheint, deshalb platte Fasern, deren Abtheilung in Fäden häufig nur undeutlich kenntlich ist, während anderseits sehr deutlich geschiedene Faserbündel existiren. Vielleicht liegen hier zwei verschiedene Arten von Fasern unter einander. Diejenigen, welche schöne breite, aus deutlichen Fäden zusammengesetzte, sich wellenförmig biegende Fasern darstellen, schillern hier, wie in dem Tapetum, bei durchfallendem Lichte, vorzüglich gelblich, violett, röthlich bis grün. Durch Weinsteinsäure, sauerkleesaures Kali und Essigsäure werden sie selbst hell und durchsichtig, so daß ihre Umhüllungsgewebe unter verschiedenen Formen leicht zur Anschauung kommen. Gegen stärkere Säuren und Alkalien dürften sie sich auch ähnlich, wie das Zellgewebe verhalten.

b. Sehnengewebe.

Die dasselbe bildenden Fäden sind denen des Zellgewebes isomorph und von ihnen meist durch die bloße Beobachtung unter dem Mikroskope nicht zu unterscheiden. Bisweilen erscheinen sie breiter, da ihre Fäden nicht vollständig von einander gesondert sind, bisweilen rauher, mit reichlichen unregelmäßigen, unter einander ungleich großen Körperchen hier und da belegt, häufiger oder in geringeren Entfernungen wellig gebogen, — lauter Eigenthümlichkeiten, die einerseits oft fehlen, anderseits auch mehr oder minder bei anderen Arten von Fadencylindergeweben vorkommen und daher keine Unterscheidungscharaktere darstellen. Es bleibt daher zur Erkenntniß dieses Gewebes nur vorzüglich die Festigkeit und das perlmutterglänzende, oft schillernde Aussehen, mit welchem sich die Geneigtheit zu regulären Schlängelungen verbindet, als Merkmal übrig. Schon bei dem Zellgewebe erzeugen die wellenförmigen Biegungen der Bündel, wenn eine bedeutendere Menge derselben homogen läuft, das Ansehen von Querbändern, wie z. B. das Neurilemma am besten zeigt. Da jene Grundbedingung bei dem Sehnengewebe noch häufiger eintritt und die Fäden hier, abgesehen von ihrem, in ihrer Gesammtheit oder in größeren Gruppen mehr gleichartigen Laufe, dichter mit einander verbunden sind, so erscheinen dann diese Querstreifenbildungen noch häufiger und zum Theil auffallender, wie z. B. in den Muskelsehnen, den Netzbalken der cavernösen Körper, den sehnigten Häuten u. dgl. mehr. Daß sie auch hier bei starker Ausdehnung durch Streckung der Fasern und Fäden vergehen, ergiebt sich von selbst. Da jedoch der Perlmutterglanz selbst in diesem Falle bleibt, so dürfte dieser eher in der eigenthümlichen Masse und der dichten Aneinanderlage der Sehnenfasern, als in den welligen Erhebungen und Senkungen der Fadenbündel seinen Grund haben. Auch die Entwicklung des Sehnengewebes, welche sehr früh (und auch wahrscheinlich rasch in den nachfolgenden Verstärkungsbildungen) vollendet wird, scheint im Ganzen analog den Zellgewebebündeln vor sich zu gehen. Doch bemerkt man gerade hier häufig platte Fasern (siehe Fig. 11) mit einzelnen meist länglichen, oft an den Kanten stehenden Kerngebilden, die, vorzüglich nach Aufbewahrung in Weingeist ein eigenthümliches steifes Aussehen darbieten und in dieser Beziehung gewissermaßen an elastisches Gewebe erinnern. Bei dem frischen Hühnerembryo haben sie, wenn sie schon platt sind, aber ihre inneren Kerne noch besitzen, ein körniges Wesen innerlich an ihren Wandungen, das sich selbst nach Einwirkuug der Essigsäure erhält. Auch kam es mir bisweilen vor, als seien die platten Fasern oft in Verhältniß zu den Kernen etwas breiter. Secundär theilen sie sich in Fäden.

Die Sehnenfasern wirken vorzüglich durch ihre eigene Dichtigkeit und ihre feste Verwebung, welche neben ihrer Elasticität bestehen. Organische Contractilität scheint ihnen gar nicht oder sicher nur in sehr geringem Grade zuzukommen. Ihr Wiedererſatz erfolgt, wie bei anderen Gebilden, die zellgewebige Fasern zu ihren Elementen haben, durch die Erzeugung von Narbenfasern, die im vollendeten Zustande freilich ebenfalls mit den Fasern des Zellgewebes und der Sehnen identisch sind, sich jedoch durch ihre Festigkeit noch besonders auszeichnen.

c. Bandgewebe.

Auch die Fasern der ächten, nicht aus vorherrschend elastischem Gewebe zusammengesetzten Bänder und bandartigen Stränge und Häute bestehen aus

cylindrischen, oft etwas steiferen und härteren Fäden, welche ebenfalls bündelweise homogen verlaufen. Die Bandscheiben haben theils ähnliche Fasern, theils bilden sie den Uebergang zu Faserknorpeln oder bestehen gänzlich aus diesen. Die Entwicklung dieser Theile scheint sich, besonders bei den ächten Bändern und den rein fibrösen Bandscheiben, mehr den Sehnen anzuschließen, obgleich sie sich von diesen später durch ihre weißgraue bis weißgelbliche Farbe, ihren Mangel an Schillerung, wie sie die Sehnen darbieten, und größere Straffheit unterscheiden. An den Seitenbändern und den Kreuzbändern des Kniegelenkes des menschlichen Embryo aus dem dritten Monate sieht man viele platte sogenannte Zellenfasern mit auffallenden länglichrunden Kernbildungen neben vereinzelten Kernen und Zellen, während sich schon im fünften Monate theils isolirte Fäden, theils ungetheilte Bündel mit aufliegenden, oft erst durch Essigsäure deutlich werdenden, meist länglichen und schmalen Nucleis zeigen.

Anhang.

Die Fasern der Sklerotica des Auges stimmen, so weit jene nicht aus ächter Knorpelsubstanz (Vögel, Reptilien, Fische, Cephalopoden) zu einem größeren oder geringeren Theile zusammengesetzt wird, im Wesentlichen mit den Fasern anderer fibrösen Häute überein (Fig. 12. a. b. c.). Sie sind mehr oder minder breit, bestehen aus einfachen, sich leicht schlängelnden Fäden und nehmen bei durchfallendem Lichte oft ein auffallendes gelbröthliches bis röthliches Farbenspiel an. Bisweilen scheinen sie z. B. bei dem Frosche etwas größern Widerstand der Einwirkung der Essigsäure zu leisten. Ob sie sich vollkommen, wie Zellgewebe oder Sehnenfasern entwickeln, vermag ich nicht bestimmt anzugeben. Allein wenigstens zeigen sie auch das Mittelstadium der sogenannten Zellenfasern mit länglichrunden schmalen Kernen. Ganz von ihnen verschieden sind die Fasern der Hornhaut. Diese bietet auf feinen senkrechten Durchschnitten oder auf geeigneten, durch Zerreißen erhaltenen Fragmenten sehr feine, helle und halbdurchsichtige Fäden, die meist nur bei beschattetem Lichte zum Vorschein kommen (Fig. 13), auf eigene, durch eine Zeichnung nicht deutlich wiederzugebende Weise schwach gebogen und wie in kleinen Spitzen abgerissen erscheinen, bisweilen durch Wassereinsaugung mehr oder minder paternosterartig werden können und nach Behandlung mit Weinsteinsäure oder Essigsäure kernartige und geschwänzte Umhüllungsgebilde in ziemlich weiten Distanzen von einander haben, dar. Am Hühnerembryo vom 12—14ten Tage erscheinen sie so, wie sie Fig. 14 gezeichnet worden. In Wasser schwillt auch die Hornhaut auf und giebt mit demselben gekocht Knorpelleim (Joh. Müller). Ihr essigsaurer Auszug wird durch Kaliumeisencyanid leichter, als die Lösung von Zellgewebe, gefällt. Schon diese anatomischen und chemischen Eigenthümlichkeiten, so wie ihre Durchsichtigkeit, nöthigen uns, die Corneafasern, die nicht in die Sklerotikafasern übergehen, als eigenthümliche anzusehen.

8. Gefäßgewebe.

Da für die Verhältnisse des Bluts, des Chylus und der Lymphe besondere Artikel dieses Wörterbuches bestimmt sind, so werden hier nur die Eigenthümlichkeiten der Gewebe der Wandungen der Blut- und der Lymphgefäße dargestellt. Die Arterien, Capillaren und Venen bilden in Verbindung mit dem Herzen ein fortlaufendes Röhrensystem, welches nach innen eine epitheliale Innenhaut, nach außen ein eigenthümliches Umhüllungsgewebe hat. Zwischen diesen beiden extremen Grenzen liegen dann Längen- und Cirkelfaserschichten mit Bil-

dungen von elaſtiſchen, muskulöſen und zellgewebigen Faſern, deren verſchiedene Differenzen vorzugsweiſe den Unterſchied von Arterien und Venen bedingen, die gegen die Capillaren hin immer ſchwächer, immer embryonaler werden und hier zum Theil vielleicht gänzlich verſchwinden, zum Theil ſehr rudimentär und fein erſcheinen. Was dieſe einzelnen Lagen der Wandungen der Blutgefäße betrifft, ſo ſind ſie in neueſter Zeit von Henle ſehr genau dargeſtellt worden, und die folgenden Beſchreibungen, welche ſämmtlich nach der Natur entworfen ſind, beſtätigen größtentheils dieſe Mittheilungen. Die Röhren des Lymphgefäßſyſtemes bilden einen Anhangstheil des Venenſyſtemes, mit dem auch der Bau der Wandungen am meiſten übereinſtimmt.

a. Blutgefäße.

In dem Herzen des erwachſenen Menſchen bildet die innerſte Haut eine ſcheinbar einfache, hellere oder ſchwach granulirte Membran, die vorzüglich bei ſenkrechten Schnitten bisweilen etwas Streifiges, jedoch meiſt nicht deutlich darbietet. Nach Behandlung mit Eſſigſäure ſieht man z. B. bei dem Hunde zerſtreute Kernbildungen. Bei jungen Kaninchen z. B. dagegen zeigt ſie ſchon ohne Vorbereitung viele rundliche bis länglichrunde, zerſtreute Zellenkerne, welche in Zellenfaſern oder bandartigen platten Zellenſtreifen ſtecken. Die Zellenſtreifen, welche auch ſchwach granulirt ſind, bieten häufig eine feine Längenſtreifung dar. Aehnliche Erfahrungen laſſen ſich auch an vorgerückteren Embryonen des Menſchen machen. Eine ſolche ſchwach granulirte Membrana intima mit zahlreichen, ſchon von ſelbſt auffallenden, Zellenkernen bemerkt man ſelbſt bei dem erwachſenen Froſche, z. B. in der Nähe des Austrittes des Arterienſtammes aus der Herzkammer. Hier ſowohl als bei dem jungen Kaninchen laſſen ſich oft höhere, mehr ſaturirte und tiefere blaſſere Kerne unterſcheiden. Hinter dieſer Innenhaut liegt nebſt reichlicherem oder ſparſamerem Zellgewebe eine geringere oder ſtärkere elaſtiſche Schicht, die als eigene Haut betrachtet, z. B. von Deschamps in neueſter Zeit, als elaſtiſche Membran des Herzens aufgeführt worden iſt. Bei dem erwachſenen Menſchen ſind die elaſtiſchen Faſern verhältnißmäßig ſchmal, verbinden ſich oft netzförmig unter einander und leiſten der Einwirkung der Alkalien ziemlich bedeutenden Widerſtand. Oft liegen auch an dickeren Stellen mehrfache Schichten über einander. Auf ſenkrechten Schnitten ſieht man, daß ſie bis zwiſchen die Muskelfaſerbündel hineinreichen. Die Muskelfaſern der Kammern und der Vorkammern haben Querſtreifen. Allein ſowohl ihr ausgebildeter Zuſtand, als ihre Entwicklung, deuten mehrfach darauf hin, daß ſie eigenthümlich und vielleicht weniger ausgebildet ſind, als die übrigen zuſammengeſetzten Muskelfaſern des Körpers. Abgeſehen von der bedeutenden Schmalheit, welche ſie oft darbieten, finden ſich, wie Henle ſchon beobachtet hat, bei dem Menſchen auch ſolche, welche in ihrem Centralcanale noch eine körnige Maſſe enthalten. Bei jungen Kaninchen ſieht man häufig noch einzelne ganz embryonale Muskelfaſern, welche ſich durch Schmalheit und einen Centralcanal auszeichnen, reichliche Kerne an und vielleicht auch in ſich haben und durch Eſſigſäure nicht heller, ſondern grau granulirt werden. Neben den eigenthümlichen Muskelfaſern bemerkt man hier noch platte, blaßgraue, granulirte, lange ſchmale, bandartige Gebilde mit reichlichen, meiſt länglichrunden Kernen — wahrſcheinlich verbundene und verſchmolzene Zellenreihen, die ſpäter zu quergeſtreiften Muskelfaſern werden. Hierfür ſpricht auch der Umſtand, daß ähnliche theils noch granulirte und helle, theils ſchon deutlich quergeſtreifte ſehr ſchmale Faſern in dem Herzen der Reptilien und Fröſche vorkommen und bei ihrer Zartheit theils friſch, vorzüglich aber nach Aufbewah-

rung in Weingeiſt keine Querſtreifung erkennen laſſen. Die zuckenden Bewegungen dieſer von den gewöhnlichen quergeſtreiften ſowohl, als einfachen Muskelfaſern abweichenden Faſern kann man an ausgeſchnittenen Stückchen der Atrien enthaupteter Fröſche ſehr ſchön beobachten. Auch bei einem friſch getödteten Hunde ſah ich die Contraction der Muskelfaſern, wenn ich mit der Scheere ein Stückchen der innern Oberfläche ſcheinbar nur der Membrana intima des rechten Ventrikels loslöſte. Das Thier war etwas mehr als drei Stunden vorher getödtet worden. Während der Contraction rückten die Querſtreifen einander näher, wurden deutlicher und ſchienen ſich auch etwas in die Höhe zu heben. Nach dem Aufhören der Zuſammenziehung fielen ſie an mehren Punkten weniger, als früher in die Augen. — Der Herzbeutel gehört zu den fibröſen Häuten und hat bei dem Menſchen, den Säugethieren, den Vögeln ein Pflaſterepithelium, und bei Fröſchen und Tritonen ein Flimmerepithelium. Die venöſen Klappen ſind Duplicaturen der Innenhaut und der elaſtiſchen, in welche ſich außer Zellengewebe, noch Sehnen- und ſelbſt Muskelfaſern hineinziehen können.

Während die älteren, mit bloßem Auge durch Abziehen bewerkſtelligten Verſuche, die Wandungen der Schlagadern in verſchiedene Schichten zu trennen, unter einander im höchſten Grade abwichen und ihrer Natur nach nur noch einen hiſtoriſchen Werth haben, ſo unterſchied man nach mikroſkopiſchen Unterſuchungen, nachdem man zuerſt mit Unrecht die Selbſtſtändigkeit einer Innenhaut überhaupt geläugnet hatte, eine im Erwachſenen einfache, im jungen Zuſtande epitheliale Innenmembran, eine vorzüglich aus elaſtiſchem Gewebe beſtehende Mittelhaut, welche ſelbſt, wie die Behandlung mit Holzeſſig, das Trocknen des Präparates, das Wiederaufweichen deſſelben und das Abziehen der Faſerſchichten lehrte, aus ſchraubenförmig verlaufenden Faſerbündeln beſteht, und eine äußere in das verbindende Zellgewebe übergehende Zellgewebehaut. Henle ſchaltete nun in neueſter Zeit ſtatt der mittlern Haut zwiſchen der epithelialen Innenmembran und der äußern zellgewebigen Tunica adventitia, noch vier Schichten, nämlich die geſtreifte oder gefenſterte Gefäßhaut, die Längsfaſerhaut, die Ringfaſerhaut und die eigentliche elaſtiſche Gefäßhaut, ein. Für das Studium der innern epithelialen Schicht eignen ſich weniger die immer etwas älteren Leichen des Menſchen, als die Cadaver friſch geſchlachteter Hausſäugethiere. Entnehmen wir der Aorta des Kaninchens z. B. einen feinen Horizontalſchnitt der innern Oberfläche, ſo ſehen wir häufig am Rande Fragmente des arteriellen Gefäßepitheliums hervorſtehen. Bei der ihrer Durchſichtigkeit wegen in der Regel nothwendigen Beſchattung ſieht man meiſt länglichrunde ſaturirtere Kerne in oft iſolirtem, größtentheils faſer- bis bandartig erſcheinenden Zellen. Dieſe aber zeigen ſich in anderen Fragmenten flächenartig ausgebreitet, erſcheinen dann bedeutend breiter und bilden eine ſehr dünne epitheliale Lage. Bei dem Hunde treten oft an dem gefalteten Rande bandartige, platte und leicht ſich einrollende Faſern, an denen nicht ſelten der Kern eine Hervorragung bildet, peitſchenartig heraus. Es dürfte ſehr viel für ſich haben, daß auch in den menſchlichen Arterien, wie auf der Innenhaut des Herzens vielleicht eine ähnliche Schicht exiſtirt und ſich hier nur mit dem ausfließenden Blute größtentheils loslöſt. Zieht man nun von der geöffneten Aorta z. B. des Hundes Fragmente der früher ſogenannten Innenhaut los, ſo ſtößt man zunächſt auf eine durchſichtige Membran, die ſogenannte gefenſterte Haut, welche ſelbſt mattgrau erſcheint und an ſich feine, meiſt longitudinal verlaufende Netze zarter, nach Henle einfach oder mehrfach geſchichteter und dann auch quer verlaufender Streifen oder Faſern hat. In der Aorta des Menſchen und des Kanin-

chens, nicht aber in der des Hundes, rollte sie sich auch bei meinen Versuchen nach Anwendung von Essigsäure ein. Erinnern schon die an ihr wahrscheinlich nach außen befindlichen Fasern mehr oder minder entfernt an die netzförmige Verholzungsbildung der Pflanzen, so kann man in einem andern an ihr befindlichen Gebilde eine zweite Analogie der Art finden. Wo sie nämlich fragmentweise ausgebreitet ist, sieht man bisweilen rundliche bis länglichrunde, oft deutlich an einem oder an beiden Enden zugespitzte Oeffnungen, welche sehr niedrigen Porencanälen der Gewächse vollkommen gleichen, und bisweilen von blassen Seitenbändern, die einem unterliegenden Fasergebilde angehören, umgeben werden. Was die Natur dieser Theile betrifft, so kann ich nur soviel angeben, daß ich mich durch die Vergleichung der Lichtfärbung mit der des freien Gesichtsfeldes des Mikroskopes überzeugt habe, daß die Pore keine wahre Oeffnung ist, sondern daß diese durch eine darüber hinweggehende ganz durchsichtige Membran bedeckt und geschlossen wird, ungefähr wie ganz das Gleiche in Betreff der Poren der Pflanzenzellen mit der primären Zellenmembran der Fall ist. Ob jedoch eine wahre Durchbohrung in einzelnen Fällen eintrete, ungefähr wie auch bei den verholzten Pflanzenzellen ausnahmsweise die primäre Zellenmembran resorbirt werden kann, muß ich unentschieden lassen. Schnitt ich mit der Scheere von der innern Oberfläche einer kleinern Arterie z. B. einer lumbalis des Hundes einen feinen Abschnitt los, so zeigte sich, wenn man den Focus an die Oberfläche einstellte, ein von Maschenräumen durchbrochenes Netzwerk, welches ganz der Form des elastischen Gewebes, bei welcher eine poröse Membran allein existirt, glich und mit manchen Gestalten der netzförmigen Verholzung der Pflanzen die größte Aehnlichkeit hatte. Die Maschenräume zeigten durchgängig an einem größern oder geringern Theile ihrer Begrenzung sehr starke Schatten. Die platten breiten oder schmalen Netzfasern erscheinen matt einfach bis undeutlich fein gestreift. Auch bei einzelnen Präparaten aus der Aorta thoracica sah ich schon hinter den feineren oben erwähnten Fasern eine ähnliche von Poren durchbrochene Membran, eine Bildung, die Henle schon zur folgenden Lage zu rechnen scheint. Auf diese kommt nun zunächst eine hier oft sehr dünne Längenfaserschicht d. h. blasse platte, vorzugsweise longitudinal streichende, netzförmig anastomosirende und oft durch eine dünnere Zwischenmembran verbundene Fasern, deren Maschenräume dunklere Contouren haben und meist kleiner sind, welche durch Essigsäure in der Aorta des Hundes wenigstens deutlicher werden. Von ihrer Ausbildung scheint auch ein mit freiem Auge wahrnehmbares Phänomen abzuhängen. Zieht man von der Aorta des Menschen die sogenannte Innenhaut los, so gelingt es leicht, Longitudinalrisse zu erhalten. Bei dem Hunde dagegen gehören diese zu den selteneren Resultaten, indem sich leicht Querrisse bilden, weil man bald bei der Dünne der Längenfaserschicht, die selbst an manchem, vorzüglich quer abgerissenen Präparate gar nicht bestimmt nachweisbar war, auf die Querfaserschicht stößt. Diese oder die Ringfaserhaut bildet die stärkste Lage größerer Arterien. Untersuchte ich zunächst die feineren Bälkchen, welche sich in querer Richtung abziehen lassen, sobald man die sogenannte Innenhaut der Aorta des Hundes, die ich der Frische wegen bei diesen delicaten Untersuchungen der menschlichen Aorta vorzog, transversal losreißt, so beobachtete ich blasse, quere, Zwischenräume übriglassende und in diesen wiederum durch eine Haut verbundene, oder eine solche an sich habende Fasern, welche immer äußerst dünne Schichten bildend eng bei einander lagen, daher frisch nur in den einfachen Schichten deutlich waren, und durch Essigsäure, selbst bei mehrfacher Ueberlagerung um Vieles klarer wurden. Nach Einwirkung dieses Reagens erschien in vielen im Innern

ein dunkler, gerade longitudinal verlaufender, verhältnißmäßig breiter Streif, der ſich je nach Einſtellung des Focus bald wie eine Furche, bald wie eine innere Höhlung ausnahm, ſich aber auch bei vielen Faſern gar nicht vorfand. Am Rande legten ſich viele Faſern um und documentirten ſich hierbei in ihrer Plattheit. In den Schichten der eigentlichen Ringfaſerhaut erblickt man verſchiedenartige Elemente. Einerſeits erſcheinen membranöſe Bruchſtücke, welche den verſchiedenen Formen der gefenſterten Haut entſprechen und anderſeits die erwähnten blaſſen, platten, oft ſtreifigen Faſern, welche entweder eng bei einander liegen, oder eine mattgraue dünne Membran zwiſchen ſich haben, oft in einzelnen Schichten breiter zu werden ſcheinen, bisweilen auch Oeffnungen zwiſchen ſich darbieten und durch Eſſigſäure heller, aber klarer werden. Zwiſchen den reichlichen circulären Faſern laufen auch ſchiefe und longitudinale dünne Schichten. Vorzüglich nach Behandlung mit Eſſigſäure oder Weinſäure ähneln einzelne Lamellen ſchon ſehr dem elaſtiſchen Gewebe. An größeren Gefäßen kommt zuletzt unzweifelhaft elaſtiſches Gewebe als elaſtiſche Haut, die, wenn ſie in abziehbarer Menge vorhanden iſt, ſich nicht mehr definitiv circulär ſpaltet, zum Vorſchein. In der Aorta des Hundes begegnete ich dicht nach außen von der Ringfaſerhaut und dem hier wenig in Lagen geſchiedenen elaſtiſchen Gewebe einer longitudinell abziehbaren Schicht, die aus verhältnißmäßig breiten (0,003‴ bis 0,006‴) blaſſen, oft ſtreifigen, an den Enden ſich leicht zerfaſernden, an den Rändern rauhen oder ſelbſt wellig eingebogenen Faſern beſtand. Nach Behandlung mit Eſſigſäure wurden ſie blaß bis unkenntlich und ließen nur einzelne Kernfaſern oder Theile derſelben erſcheinen. Unmittelbar auf ſie folgte das Zellgewebe der Tunica adventitia, während ſich unmittelbar vor ihnen helle Membranen mit Faſernetzen befanden.

Eine eigenthümliche Erſcheinung gewahrt man nicht ſelten an mittelgroßen Arterien kleinerer Thiere, z. B. an einzelnen der in dem Eierſtocksgekröſe verlaufenden Schlagadern brunſtiger Fröſche. Beobachtet man ein ſolches Stämmchen unverletzt unter Waſſer und mit einem dünnen Glasplättchen bedeckt, ſo ſtellen ſich Faſerzüge der Ringfaſerhaut ſo dar, wie es Fig. 90 gezeichnet worden, ſo daß ſie an gewiſſe ringförmige Pflanzenverholzungen erinnern. Allein während das Präparat länger unter dem Mikroſkope liegt, ſchwinden oft die einzelnen Ringabtheilungen immer mehr, indem ſich immer häufiger Cirkelfaſern zwiſchen ihnen darſtellen. Solche Gefäßchen enthalten dann, wie man z. B. in dem Gekröſe des Froſches ſieht, eine ſehr ſtarke zellgewebige Tunica adventitia, in welcher Nervenfaſern entweder von ſelbſt oder nach Behandlung mit Eſſigſäure zum Vorſchein kommen, und in welcher man nicht ſelten auf der Fläche netzartige Figuren erkennt. Dann kommen Querſtreifen der Ringfaſerſchichten und hierauf oft verhältnißmäßig ſehr deutliche Züge der Längenfaſerſchicht. Bei ſtärkerer Contraction des Gefäßchens bewirken abwechſelnde Einſchnürungen der Ringfaſerſchicht, daß auf der Fläche durchgehende oder unterbrochene dunkele Querlinien und an den Rändern wellige Ausbuchtungen und Einſchnürungen, ungefähr wie bei ſtark quergeſtreiften zuſammengeſetzten Muskelfaſern entſtehen. Durch ungleiche Contractionen dieſer Lagen zeigt ſich auch oft das Lumen abwechſelnd verengt und bauchigt erweitert, gewiſſermaßen unregelmäßig varicös. Die hierbei als breite Streifen oder ſchmalere Fäden ſich darſtellenden Längenfaſern verlaufen gerade oder folgen den Contouren des Lumens und erſcheinen wellig, doch meiſt ſteif gebogen. Nach Behandlung mit Eſſigſäure werden bei ausgebildeteren Schlagaderſtämmchen die Quer- und Längenfaſern deutlicher, indem zugleich oft in ihren beiderſeitigen Richtungen verlaufende Kerne erſcheinen. An einzelnen Stellen bleibt auch nach außen von

den Ringfaserschichten noch eine Faserlage oder eine von Löchern durchbohrte Membran kenntlich — ein Beweis, daß noch kleinere Arterien, wie z. B. Zweige der Darmschlagader des Frosches die wesentlichen Elementarschichten der größeren Arterien, nur natürlich dünner und schwächer ausgebildet enthalten.

Die Wandungen der Capillargefäße studirt man am besten entweder an durchsichtigen Theilen oder an solchen Organen, deren Weichheit es öfter bedingt, daß isolirte Capillarstämmchen in kürzeren oder längeren Strecken hervortreten, wie z. B. im Gehirne, vielen Drüsen u. dgl. Beobachten wir den Kreislauf in durchsichtigen Theilen z. B. in dem Schwanze der Kaulquappen, so sehen wir vorzüglich an Capillaren, die entweder ganz leer oder nur unvollständig mit Blutkörperchen gefüllt sind, daß ihre seitlich scharf begrenzten Wände ganz hell und durchsichtig erscheinen. Bei kleineren Stämmchen zeichnet sich die Dicke ihrer Wandung als eine einfache Doppellinie auf jeder Seite ab. Bei etwas größeren dagegen sieht man oft feine Streifen, welche nicht selten auch noch an der Oberfläche des Gefäßes kenntlich werden und alle Formgestalten der Begrenzungslinien mehr oder minder nachahmen. An Capillaren, welche collabirt sind und ihr Lumen bedeutend verengert haben oder gar fadenförmig geworden, fallen solche Längenstreifen sogleich in die Augen und setzen sich umbiegend auf die Seitenzweige fort. Allgemein erscheint aber bei kleineren, wie bei größeren Capillarstämmchen nach außen eine Menge länglicher, oft mit Kernkörperchen und körnigem Inhalte versehener Kerne, welche mit ihrem Längendurchmesser der Länge des Gefäßes nach laufen, vorzüglich am Rande auffallen und hier sehr häufig hügelartige Erhebungen hervorrufen. Viele von ihnen sind spindelförmig, einzelne Körper, bauchiger bis rundlich, bei anderen sieht man dicht vor dem rundlichen Kerngebilde ein längliches, als hätte eine Abschnürung stattgefunden. Bei genauer Betrachtung bemerkt man oft, daß sie nicht frei liegen, sondern daß eine wahrscheinlich durchsichtige Haut über sie hinweggeht, durch sie emporgehoben wird, sich vorn und hinten als heller Streif der übrigen Gefäßwand anlegt, so bis zu einem nächsten Kerne reicht oder sich in der Gefäßwand verliert. Durch Betupfen mit kaustischer Kalilösung, wodurch die in Circulation befindlichen Blutkörperchen erweichen und bald darauf wie Seifenblasen schwinden, die Lymphkörperchen sich etwas länger erhalten, das Ganze aber sich bald in eine helle Flüssigkeit umwandelt, vergehen auch diese Kernbildungen. Die Gefäße erscheinen wie helle, noch ganz bestimmt seitlich begrenzte Röhren und zeigen oft im Innern Linien, wie von rundlichen bis polygonalen Zellenbegrenzungen, deren Bedeutung und Lage vorläufig dahin gestellt bleibt. Bei etwas größeren Gefäßstämmchen z. B. in dem Gekröse des Frosches streift sich bisweilen das Umhüllungsgewebe derselben los, so daß man sieht, daß die Nuclei in und an einer Membran liegen, während anderseits enge Zellenumschließungen derselben und Zellenfaserbildungen an einzelnen Stellen beobachtet werden. Außerdem treten aber hier schon mehrfachere Formationen auf. Zunächst fallen vorzüglich nach Behandlung mit Essigsäure schmale und verhältnißmäßig nicht unbedeutend lange, saturirtere, doch auch noch der Beschattung bedürfende, mit dunkleren Randlinien oder einer dunkelern Mittellinie versehene Kerne, die meist longitudinal stehen und an und zwischen welchen stärkere Längenstreifen hinlaufen, in die Augen. Die letzteren erscheinen bisweilen wie Zellenfasern, in welchen jene Kerne enthalten sind. An einzelnen Gefäßchen sieht man scheinbar zwischen ihnen, bei genauer Einstellung des Focus aber nach außen von ihnen abgebrochene Querstriche, welche ihrem ganzen Charakter nach schon an die Ringfaserhaut der kleinen

(noch mikroskopischen) Schlagadern erinnern. An verschiedenen Stellen dagegen liegen dann länglichrunde, oft gurkenförmige, nierenartige, in der Mitte eingeschnürte und dgl. gestaltete Kerne quer bis schief nach außen von jener inneren Längenfaserschicht. Noch mehr nach außen folgen mehr rundliche und meist etwas saturirtere Kernbildungen. Wie es scheint liegen diese letzteren noch immer innerhalb des früher angeführten Umhüllungsgewebes. In ganz frischen Gefäßchen fallen in der Regel die Faserbildungen, vorzüglich die Formationen der queren und der schiefen, bisweilen auch der tieferen longitudinalen Schichten mehr in die Augen und erscheinen als feine, nahe an dem Gefäße hingehende vollständige oder unvollständige Striche. Bei halbentleerten Gefäßen vorzüglich zeigt sich bisweilen, daß noch nach innen von den Längenstrichzügen helle, schon ohne künstliche Vorbereitung sichtliche Kerne innerhalb von Zellen, die langgezogen sind und kürzere oder längere Längenstreifen bilden, liegen. Wie es scheint, sind diese Zellen des Epitheliums des Gefäßchens sehr platte Blätter. Doch sieht man bisweilen auch da besonders, wo ein Seitenästchen abgeht, nicht selten eine kugelige Hervorragung in das Lumen des Gefäßchens hinein, ohne daß ich bestimmt angeben könnte, durch welche der einander so nahe liegenden Elemente diese Erhebung nach innen bedingt wird. Deuten wir nun diese an den Wandungen der Capillaren zu erhaltenden Anschauungen, so können wir annehmen, daß in den feinsten Blutgefäßnetzen innerhalb des verhältnißmäßig sehr stark entwickelten Umhüllungsgewebes eine durchsichtige epitheliale Innenhaut, an welcher zunächst die Längenfaserschicht und bald darauf die Querfaserschicht erscheint, existirt. Nach Behandlung mit Essigsäure geben sich die allmäligen Anlagerungen dieser Schichten durch die verschiedenen Größen und Stellungen der Kerne zu erkennen. Man kann daher, wenn auch nicht mit Gewißheit, doch mit vieler Wahrscheinlichkeit die Vermuthung aussprechen: daß, da die feinsten Blutgefäßnetze zugleich durch Zellgewebe an die Nachbartheile geheftet werden, ihre Wände nicht einfache dünne Röhren bilden, sondern theils actu, theils potentia die wesentlichen Schichten der größeren Gefäßwandungen enthalten.

Das Epithelium der größeren Venenstämme gleicht im Wesentlichen dem der bedeutenderen Schlagadern und kann in ähnlicher Art, wie es oben bei den Arterien beschrieben wurde, auch z. B. an dem Rande der untern Hohlvene wahrgenommen werden. Auf dasselbe folgt eine durchsichtige Innenhaut, an welcher man theils im frischen Zustande, theils nach Behandlung mit Essigsäure zahlreiche, oft dicht bei einander liegende quere, oft abgebrochene Streifen und bald näher zu erwähnende Fasernetze erkennt. Entnehmen wir von der innern Oberfläche der untern Hohlvene eines frisch getödteten Hundes einen feinen Flächenschnitt, so erscheint dicht hinter den erwähnten Querstreifen eine auffallende Längsfaserung, deren Fasern zunächst der Oberfläche matt, platt einfach bis gestreift, meist steif und oft mit spitzigen Bruchenden versehen sind, während man in der Tiefe Fasern beobachtet, die ihrer Gestalt nach von Bündeln von Zellgewebe kaum unterschieden werden können. Nach Behandlung mit Essigsäure werden die platten steifen Fasern äußerst hell und durchsichtig, ohne jedoch, wenigstens überall unkenntlich und, wie die Zellgewebefäden, einer ungeformten Gallerte ähnlich zu werden. An und zwischen ihnen erscheinen dann zahlreiche longitudinal verlaufende, theils hellere, theils gelbere, schmale unlösliche Fasern, welche zwischen ihnen und der Innenhaut ein unregelmäßiges, meist schiefes bis queres Netzwerk darstellen. Zum Theil sind schon diese durch organische Säuren viel deutlicher werdenden Fasern in frischem Zustande kenntlich. In der übrigen Venenwandung sieht man vorzugsweise zweier-

lei Fasern, die zu einem sehr großen Theile longitudinal, zum Theil aber auch in anderen Richtungen verlaufen, nämlich einerseits gewöhnliche sehr starke Bündel zellgewebiger Fäden und anderseits blasse bei durchfallendem Lichte und unter stärkerer, selbst achromatischer Vergrößerung oft gelbgrünlich erscheinende Fasern, welche wieder durch Essigsäure blasser werden, aber kenntlich bleiben und kein unbestimmt gallertiges Aussehen, wie Zellgewebefasern, annehmen. Nach Einwirkung der Essigsäure erscheinen wiederum dem elastischen Gewebe sehr ähnliche Umhüllungsfasern. Die Tunica adventitia hat gewöhnliches Zellgewebe. Während also, abgesehen von der Verschiedenheit der Fasern, welche die Arterienwände für das freie Auge gelblich, die Venenwandungen röthlich erscheinen lassen, bei den Schlagadern die Schichten der Ringfaserhaut die größte Stärke besitzen, wird bei den Blutadern eine Längenfaserung vorherrschend. Die Venenklappen sind keine bloß einfachen Duplicaturen der Innenhaut, sondern nehmen zwischen der Doppelfalte der Membrana interna reichliche Elemente der anstoßenden Fasern der Venenwandungen und zwar so auf, daß die meisten, aber nicht alle Fasern quer bis schief hinübergehen. Von den Atrien aus erstrecken sich oft Muskelfasern über einen Theil der benachbarten großen Venenstämme.

Ueber die erste Entwicklung der Blutgefäße herrschen noch verschiedene Angaben. Nach früheren Untersuchungen bilden sich in dem Gefäßhofe des Hühnchens einzelne Inseln, welche sich verlängern, netzförmig zusammenstoßen und so die Continuität eines Blutgefäßnetzes herstellen. Schwann glaubt, daß einzelne Zellen entstehen, sich nach Art der Pigmentzellen verästeln, mit einander inosculiren und so ein Gefäßnetz bilden oder vergrößern. Dieser Ansicht am nächsten stehen auch die Ergebnisse meiner früheren sowohl als meiner neueren Untersuchungen. Reichert dagegen meint, daß die durch die Contraction des Herzens bedingte Druckkraft die Blutbahnen breche, während C. Vogt sie durch Lückenbildung in dem Parenchyme sich erzeugen läßt. Ich muß offen bekennen, daß es mir unmöglich scheint, sowohl über die Entstehung der Blutgefäße überhaupt, als der Gefäßwandungen, an anderen, als höchst durchsichtigen Theilen genügende Beobachtungen anzustellen und daß daher an dem Gefäßhofe und ähnlichen Partien gemachte Erfahrungen auch bei der größten Sorgfalt leicht irrthümlich ausfallen können. Die zarten capillaren Blutgefäßstämmchen der einzelnen Theile des Kapselpupillarsackes, der Zonula Zinnii und dgl. verhalten sich in jungen Embryonaltheilen schon sehr ähnlich denen des Erwachsenen. So lange sie ausgedehnt sind, zeigen sie um ihr Lumen eine verhältnißmäßig bedeutend mattgraue, äußerlich mit Kernen besetzte Wandung auf ganz ähnliche Weise, wie dieses bei den Capillaren des Erwachsenen geschildert worden (Fig. 93.) Die Kerne liegen meist auch in deutlichen Zellenfasern oder Zellenstreifen, während die übrige Wandung granulirt, längsgefasert ist und das Gefäßchen schon so bedeutend sein Volumen verändern kann, daß es nach Entleerung des Bluts fadenartig und selbst bisweilen schwer wahrnehmbar wird. In den Maschenräumen zwischen den einzelnen Capillarnetzen sieht man oft gesonderte Zellenkerne, welche in Größe, Mattheit und Färbung denen, welche den Capillargefäßwandungen aufliegen, sehr ähnlich sehen. Bei Rindsembryonen von 1″ bis 2″ Länge bemerkt man in den Maschenräumen dieser Capillarnetze ebenfalls noch solche Körper, von denen manche nur gekörnt erscheinen, während andere neben Körnchen mehre runde Kugeln enthalten und noch andere eine zarte dicht umgebende Wandung darbieten. Manche dieser Körper liegen einer Wandungsstelle eines schon fertigen Capillarröhrchens an. Bisweilen geht auch zu diesem eine Zellenfaser hin-

über oder es liegt eine ſolche gerade oder geſchwungen in einem Maſchenraume. Bei Ausbreitung der Kapſelpupillarhaut eines 3″ langen Schafembryo ſtieß ich auf eine zweite vielleicht mit einer von Reich und von mir früher beſchriebenen Membran-identiſche Haut, die an und für ſich durchſichtig Zellenkerne wie Capillarröhrchen angeordnet darbot. Bei gehöriger Beſchattung zeigte ſich, daß ſie äußerſt durchſichtigen Blutgefäßen auflagen. Es ſcheint hieraus zu folgen, daß die erſte Bildung der Capillaren entweder durch Verlängerung und Inosculirung von Zellen oder auf einem andern noch nicht erörterten Wege erfolgt und daß, ſobald einmal das höchſt durchſichtige Rohr hergeſtellt iſt, ſich neue bald in Zellenfaſern eingeſchloſſene Kerne äußerlich ablagern und, indem ſie in Faſern übergehen, die Dicke der Wandung verſtärken, während ſich nach außen von ihnen neue Nuclei mit Zellenfaſern bilden u. ſ. f. Hierbei ſind die Kerne anfangs rundlich, ſpäter länglich und ſaturirt und endlich blaß. Nach Behandlung mit Eſſigſäure erkennt man in den Capillaren von Schafsembryonen von 3″ Länge ein Pflaſterepithelium. Aus ähnlichen Bildungen gehen auch die Wandungen der größeren Arterien und Venen hervor und acquiriren erſt mit Vergrößerung ihres Lumens auch eine bedeutendere Dicke. In dem Schwanzende extremitätenloſer Kaulquappen erſcheinen die mittelgroßen Blutgefäßſtämmchen als ganz helle durchſichtige Schläuche mit äußerlich aufliegenden, in Zellenſtreifen enthaltenen Kernen. In den größeren erkennt man nach innen ein Pflaſterepithelium und in den Wandungen bisweilen feine longitudinale Streifen. Die Aorta abdominalis dagegen zeigt außer dem innern Pflaſterepithelium und Längenſtreifen eine äußere ſtarke Cirkelfaſerhaut, deren Faſern im friſchen Zuſtande granulirt ſind und nur undeutliche Kerncontouren hier und da wahrnehmen laſſen, die nach Behandlung mit Eſſigſäure deutlicher wurden und beſonders in einzelnen dunkeler begrenzten Streifen hervortraten, während der Längenfaſerſchicht entſprechend einzelne ſchmale Kerne erſcheinen. Die Aorta thoracica eines 3″ langen Schafsembryo zeigte ganz nach innen eine höchſt dünne, ſchon der des Erwachſenen ſehr ähnliche Epitheliallage. Bei dem Abziehen der Innenhaut trat ſchon eine Tendenz, ſich der Quere nach loszulöſen, auf. In den am Rande getrennten Faſern (wahrſcheinlich der Longitudinalſchicht) zeigten ſich ſaturirtere Kernbildungen an oder in blaſſen platten Faſern auf eine ſehr deutliche und unzweifelhafte Weiſe, während die gefenſterte Haut, ſchon friſch durch ihre Neigung zur Faltung und ihre Steifheit ausgezeichnet, nach Einwirkung dieſes Reagens ihre ſehr feinen Faſernetze und neben dieſen Kerne deutlich darbot, ohne daß ſich jedoch über die Bildungsweiſe der erſteren etwas Entſcheidendes beſtimmen ließ. Sehr dünne Lamellen der Cirkelfaſerſchichten zeigten ein ſehr feines und zierliches Faſernetzwerk, zwiſchen deſſen Maſchenräumen eine blaſſe, mehr graulich ſich darſtellende Membran ausgeſpannt war und welches bedeutend breitere, längliche oder zweibrodartig geſtaltete Kerne an ſich hatte. Durch Eſſigſäure wurden die letzteren, nicht aber die erſteren, welche eher verſchwanden, deutlicher. Andere, wahrſcheinlich jüngere Lamellen zeigten klarere Kerncontouren mit granulirten Zwiſchenräumen, während am Rande ſich deutlich noch einzelne Zellen und Zellenfaſern loslöſ'ten. Das Ganze erinnerte ſehr an das in Ausbildung begriffene elaſtiſche Gewebe, wobei Zellen mit Kernen und Zellenfaſern verſchmelzen, eine dünne granulirte Haut bilden und an dieſer ſpäter elaſtiſche Faſernetze auftreten. In der äußerſten mit Zellen und Zellenfaſern verſehene Aortaſchicht verliefen ſehr reichliche, mit Blut gefüllte und wahrſcheinlich das Nahrungsmaterial darbietende Blutgefäße. Die dem Zellgewebe iſomorphen Venenfaſern gehen aus deutlichen platten Zellenfaſern hervor.

b. Lymphgefäße.

Die Unterſuchung ihrer Wandungen kann aus leicht begreiflichen Gründen nur an den größeren Stämmen des Menſchen und der Thiere vorgenommen werden. Wie zu vielen Gewebebeobachtungen eignet ſich auch hierzu das Pferd auf eine vorzügliche Art. Die Innenhaut verhält ſich im Weſentlichen wie bei den Blutgefäßen. Sie zeigt ſich oft hell und ſcheinbar einfach. Allein ſchon der Umſtand, daß man bisweilen dem Chylus und der Lymphe Epithelialzellen beigemiſcht findet, deutet auf die Exiſtenz eines Pflaſterepithelium hin. Bisweilen z. B. in dem Milchbruſtgange des Hundes ſtreift ſich von der inneren Oberfläche des Gefäßes eine körnige mit vielen zerſtreuten Zellenkernen verſehene Membran, an welcher noch oft Zellen und Streifen mehr oder minder deutlich ſind, los. An dem umgeſchlagenen Rande des an der Innenfläche gefalteten Gefäßes ſieht man nach Befeuchtung mit Weinſteinſäure ſaturirte Kerne in einer hellen Membran. Die Beſtimmung der Wandungselemente zwiſchen dieſer Innenhaut und der äußern Tunica adventitia erleidet große Schwierigkeiten. Nach älteren und neueren Beobachtungen folgten auf die Innenhaut Längenfaſern und auf dieſe Querfaſern. Vorzüglich in den Längenfaſern ſah ich bei früheren Unterſuchungen, beſonders bei dem Pferde, auffallende eigenthümliche gelbröthliche cylindriſche Faſerbündel, den früher von mir ſogenannten muskulöſen Faſern der Venen ähnlich. Henle und Bruns bemerkten nur Zellgewebefäden. Nach neueren Mittheilungen von Henle findet ſich hinter der Innenhaut eine Längsfaſerhaut, deren Elemente größtentheils den Zellgewebefaſern gleichen, die aber auch ſehr ſtark geſchlängelte und gewundene Kernfaſern haben. Zum Theil und beſonders in der innerſten Lage beſitzen ſie das Anſehen der granulirten Faſern der mittlern Arterienhaut und ſind eben ſo mit Kernen oder dunkelen longitudinalen Streifen verſehen, welche bald zu einfachen Kernfaſern verſchmelzen, aber keine Aeſte abgeben und kein Netz unter einander bilden, auch nicht ſo breit werden, wie die Kernfaſern der Längs- und der Ringfaſerhaut der Blutgefäße. In den netzförmig anaſtomoſirenden Bündeln finden ſich alle Uebergänge zwiſchen den granulirten Faſern und Zellgewebebündeln. Die Ringfaſerhaut beſteht aus Zellgewebbündeln, die ſich leicht in Fäden trennen. Seit meinen früheren Beobachtungen habe ich nur noch den Ductus thoracicus des Hundes in dieſer Beziehung unterſucht. Schneidet man ein Stück deſſelben auf, breitet es mit ſeiner Innenfläche nach oben aus und befeuchtet das Präparat mit Eſſigſäure, ſo ſieht man unter der Innenhaut ein feines Netzwerk dünner, meiſt quer bis ſchief verlaufender, in Eſſigſäure unlöslicher Faſern, welche an ähnliche Bildungen in den Blutgefäßhäuten erinnern. Bisweilen erblickt man auch im friſchen Zuſtande am Rande Fragmente einer hellen Haut, an welcher ſolche feine Faſern dicht anliegen und die ich nach längerer Einwirkung von Eſſigſäure ſich einrollen ſah. Erſt dann folgt die eigentliche Längenfaſerſchicht. In dieſer erſcheinen Faſern von dem Charakter der von mir ſogenannten Venenfaſern, d. h. iſolirtere oder noch mehr einfache und verſchmolzene Bündel von Fäden, welche denen des gewöhnlichen Zellgewebes iſomorph ſind, ſich aber durch eine gewiſſe Feſtigkeit und ein ſcheinbar mehr röthliches Ausſehen bei durchfallendem Lichte auszeichnen. Nach Behandlung mit Eſſigſäure werden ſie hell und unkenntlich und an und zwiſchen ihnen erſcheinen ſchmale, oft geſchlängelte, meiſt longitudinal verlaufende feine Umhüllungsfaſern. Zwiſchen ihnen ſieht man bisweilen eine feine longitudinale, wie zwiſchen den dicht hinter der Innenhaut befindlichen Umhüllungsfaſern eine feine quere, helle Streifung. Bei der Zerfaſerung eines friſchen Präparates erſcheinen außer den ſehr zahlreichen longitudinalen, ihre Zuſammenſetzung aus Fä-

den deutlicher oder undeutlicher darbietenden zellgewebeähnlichen Faſern helle, matte, ſcheinbar platte Faſern, die ſich leicht umbiegen oder ſelbſt an der Spitze einrollen. Wahrſcheinlich geht ein Theil derſelben longitudinal, ein Theil quer. Denn während ſie ſich oft bei Längenſpaltungen longitudinal abſchilfern, ſieht man an dem Längenriſſe auch quer gelegene hervorſtehen. Ob dieſe Faſern weſentlich zur Contraction der Lymphgefäße beitragen oder nicht, muß dahingeſtellt bleiben. Ueber die Ringfaſerhaut habe ich hier keine weiteren Erfahrungen zu machen Gelegenheit gehabt, als daß mir bei der Kleinheit des Objectes ihre Exiſtenz als geſonderte, ſelbſtſtändige Lage an vielen Orten problematiſch vorkam. Oft traten nach Behandlung mit Eſſigſäure nach außen von der Längenfaſerſchicht helle Faſern auf. Die Klappen der Lymphgefäße ſind, wie bei den Venen, nicht bloße Verdoppelungen der Innenhaut, ſondern enthalten Elemente der Mittelſchichten in ſich.

Der erſte Anfang der Lymphgefäße iſt in den meiſten Organen unbekannt. In der Leber des Pferdes, wo ſich in den an der Oberfläche verlaufenden Lymphgefäßen das Queckſilber ohne Schwierigkeit rückwärts treiben läßt, gelangt man zuletzt auf einen capillarnetzartigen Anfang. Das Beginnen der Chylusgefäße in den Darmzotten hat zu mannigfachen Angaben Veranlaſſung gegeben. Krauſe ſah bei natürlicher Füllung theils Netzchen, theils blind anfangende Zweige, welche ſich zu einem Stämmchen vereinigen. Henle beobachtete in Centrum der Darmzotte einen hohlen, oben kolbig endigenden Streif, den er für den Anfang der Lymphgefäße hält und mit den ſogenannten Arteriis helicinis der Blutgefäße vergleicht. Bei jungen Kaninchen, welche nur noch von der Milch der Mutter lebten und die ſich überhaupt bei der ſtrotzenden Füllung des Magens mit dieſen Flüſſigkeiten zu Beobachtungen der Art am beſten und ſicherſten eigenen, biegen vielleicht ein ſenkrecht aufſteigendes und ein abſteigendes in dem Centrum der Darmzotte befindliches Lymphgefäß einfach ſchlingenförmig in einander um[1]). Stünden dieſe beiden Lymphgefäße ſo,

[1]) Bei der Schwierigkeit, hier zu einem ganz ſichern Reſultate zu gelangen, glaube ich auf dieſen Punkt etwas ausführlicher eingehen zu müſſen. Säugende junge Kaninchen behalten die Füllung der Lymphgefäße ihres Gekröſes Stunden lang nach ihrem am beſten durch Strangulation bewirkten Tode bei. Die Unterſuchung der Darmzotten erfolgt am geeignetſten an dem aufgeſchnittenen und umgeſchlagenen Dünndarmſtücke ſelbſt. Jedoch muß man ſich hier hüten, das Präparat mit Waſſer zu befeuchten, weil ſich ſonſt eine endosmotiſche und exosmotiſche Strömung einſtellt und ſo der Chylus unkenntlich wird. Großen Nutzen hat oft der Gebrauch von Eſſigſäure, welche zwar die Subſtanz der Darmzotte angreift, allein den Chylus zuerſt zur Gerinnung bringt und ſpäter bei beginnender Auflöſung durch ſeine diſtanten Oeltropfen kenntlich macht. Im friſchen Zuſtande ſieht man in vielen Zotten einen dunkeln centralen Streifen, welcher oft bis nach dem freien Ende der Zotte ſeine Breite beibehält, bisweilen auch gegen ſeinen Schluß etwas anſchwillt. Dann glaube ich auch hier ſchon an einzelnen Zotten geſehen zu haben, daß ein aufſteigendes Gefäß an der Spitze ſchlingenförmig umbiegt und in ein abſteigendes, dicht anliegendes übergeht. Bisweilen erkennt man auch die Hauptſtämme der Blutgefäße, welche zwiſchen den centralen Chylusgefäßen und dem peripheriſchen Theile der Zotte verlaufen. Nach Behandlung mit Eſſigſäure findet man häufig Zotten, in deren Innerem eine dunkelkörnige mit Oeltröpfchen vermiſchte Maſſe an einer Seite emporſteigt, oben umbiegt und dann wieder hinabläuft. Ich würde dieſes für einen evidenten, leicht zu verificirenden Beweis des ſchlingenförmigen Anfanges der Chylusgefäße gehalten haben, wenn nicht zwiſchen den beiden longitudinalen Stämmen ein zu großer Zwiſchenraum, nach welchem ſie friſch nicht als einfacher dunkeler Centralſtreif erſcheinen könnten, vorhanden wäre, und ſie ſelbſt daher zu weit nach außen lägen. Sowohl nach Befeuchtung mit Weinſäure, als nach dem Auswaſchen des Darmſtückes in concentrirter Salzlöſung erkannte ich übrigens deutlich, daß in dem dunkeln Centralſtreifen das Chylusgefäß in einzelnen Zotten geſchlängelt verlief.

daß sie bei seitlicher Anschauung der Zotte einander deckten, so ließe sich vielleicht der kolbige Milchstreif, welchen Henle, Wagner und Vogel gesehen haben, erklären. Schon in frischen Darmzotten z. B. den langen des Dünndarmes des Hundes gewahrt man, nach Abstreifung der Epithelialcylinderchen, einen bandartigen centralen Streif, der nach Behandlung mit Ammoniak oder Kali deutlicher hervortritt. Nach Einwirkung des erstern Reagens erscheinen im Centrum einiger Darmzotten ein, anderer dagegen zwei, ja bei anderen vielleicht noch mehr bestimmtwandige Gefäße, welche der Länge nach hinaufgehen. Noch deutlicher werden Anschauungen der Art oft hier, wie bei dem Pferde nach Einwirkung von kaustischem Kali, weil dann die centralen Lymphgefäßstämme körnig werden. Bei dem letztern Thiere hat es oft den Anschein, als existirte in der Spitze der Zotte keine einfache Schlinge, sondern ein Endnetz, dessen übermäßige Füllung einerseits eine kolbige Anschwellung erzeuge, so wie es anderseits auch die von Krause gemachten Beobachtungen gut erläutern würde. Die aus ihren Anfangsschlingen oder aus ihren Anfangsnetzen hervortretenden Lymphgefäße verbinden sich zu größeren Stämmchen, bilden hierbei oft fernere Netze und erzeugen, indem sie sich verknäueln und Blutgefäße zwischen sich aufnehmen, die sogenannten Lymphdrüsen. Während in diesen Gebilden der Uebergang untergeordneter Lymphstämme in untergeordnete Venenzweige noch sehr problematisch ist, so leidet es keinen Zweifel, daß z. B. in dem Gekröse des Pferdes einzelne Uebergänge der Art stattfinden.

Die Wandungen der Lymphräume der Reptilien bestehen vorzugsweise aus zellgewebigen Fasern. Die Muskulatur der Lymphherzen besitzt quergestreifte Muskelfasern.

Eine specielle genügende chemische Analyse der Wandungen der Blutgefäße oder der Lymphgefäße ist bis jetzt noch nicht vorhanden. Scherer erhielt bei der Analyse des sogenannten elastischen Gewebes der Aorta 53,91% Kohlenstoff, 15,60% Wasserstoff, 6,96% Stickstoff und 23,53% Sauerstoff. Diese Werthe entsprechen der Formel $C_{44}H_{76}N_{12}O_{16}$.

Außer ihren physikalischen Eigenschaften besitzen die Wandungen der Blutgefäße sowohl, als der Lymphgefäße Contractionsvermögen. Rücksichtlich beiderlei Arten von Verhältnissen zeichnen sich die Arterien durch elastische Dehnbarkeit, Brüchigkeit und das Vermögen sich, vorzüglich wenn sie durchschnitten worden, der Länge nach zurückzuziehen und noch mehr ihr Lumen zu verengern, aus. Sowohl die Elasticität, als die Brüchigkeit rühren höchst wahrscheinlich nicht bloß von der äußern elastischen Haut her, sondern dürften auch den meisten übrigen Schichten der Schlagaderwandungen zukommen. Dunkeler sind die Factoren der vitalen Bewegungserscheinungen. Da zwischen den Schichten der Cirkelfaserhaut auch schiefe und longitudinale Fasern verlaufen — ein Umstand, der zwar schon im frischen Zustande zum Theil beobachtet, aber nach Behandlung mit Holzessig und Trockenen des Präparates klarer wird — so dürften diese Fasern sowohl, als die der Längenfaserschicht die Longitudinalverkürzung bewirken, während die Cirkelfasern die Diameterverengerung, die nicht selten so bedeutend wird, daß das Lumen kleinerer Arterien fast dünner ist, als die Dicke der Wandungen beträgt, hervorrufen. Wie diese Verkürzungen bewirkt werden, ist noch nicht bekannt, so wie wir überhaupt offen bekennen müssen, daß selbst die anatomischen Detailsverhältnisse der früher sogenannten mittlern Arterienhaut von einer klaren Erkenntniß weit entfernt sind. Die vorherrschende Menge von Fasern, welche den Zellgewebefasern mehr oder minder isomorph sind, bedingen bei dem größern Mangel elastischer oder ihnen verwandter Fasern, daß durchschnittene Blutadern zusammenfallen, mit Blut über-

füllte Venen dagegen ſich bedeutend ausdehnen können. Daß aber auch ſonſt die Venen ein langſam und allmälig eintretendes Contractilitätsvermögen haben, lehren beſtimmte phyſiologiſche Verſuche. Eine ſehr bedeutende und oft nach den geringſten Reizen in Thätigkeit erſcheinende Zuſammenziehungskraft kommt endlich den Capillarwandungen, die in dieſer Beziehung an Empfindlichkeit die Arterien ſowohl, als die Venen übertreffen, zu. Entleerte Capillaren werden, wie ſchon oben ſpecieller erwähnt wurde, fadenförmig dünn. Wie leicht Erweiterungen und Verengerungen derſelben wechſeln können, iſt bekannt. Ein leichter Schlag des Schwanzes einer Kaulquappe gegen die unterliegende Glasplatte, ein leiſer Druck auf derſelben, ein zu ſtarkes Anſpannen der Schwimmhaut des Froſchfußes hemmt ſogleich den Capillarkreislauf in dieſen Theilen und desgl. mehr.

Schon der allmälige Uebergang der Arterien in die Capillaren und dieſer in die Venen macht es höchſt wahrſcheinlich, daß die große Gewebeverſchiedenheit, welche die Wandungen der Schlagadern und der Blutadern darbieten, auf der allmäligen Ausbildung gewiſſer differenter Elemente in beiden beruhe, während andere Elemente durch das ganze Gefäßſyſtem hindurchgehen. Nach den früheren weniger mikrologiſch ſpeciellen Kenntniſſen war eine befriedigende Löſung dieſer Aufgabe leichter, als gegenwärtig. Man konnte ſich vorſtellen, daß die Membrana intima gewiſſermaßen als Grundſkelett das ganze Gefäßſyſtem durchziehe und in den Arterien anders überlagert werde, als in den Venen, gleichwie die Natur da, wo ſie Hauptherzen oder Nebenherzen ſchaffen will, Muskelfaſern um Elemente der Gefäße herumlagert. Gegenwärtig dürfte folgende Meinung, wenn wir das oben über den Bau der Gefäßwandungen Angeführte berückſichtigen, als das Annehmbarſte erſcheinen. Das Pflaſterepithelium nebſt der durchſichtigen und gefenſterten Haut, ſo wie die Rudimente oder ſtärkeren Ausbildungen der Längen-Cirkelfaſerſchicht, und Tunica adventitia zeigen ſich in Arterien, Venen und Capillaren. Je mehr aber die Gefäße ſich vergrößern, um ſo mehr lagern ſich äußerlich Längen- und Querkerne ab und entwickeln ſich zu den verſchiedenen bei Arterien und Venen vorkommenden Schichten. Bei den Schlagadern würden dann querovale, bei den Blutadern längsovale Kerne vorherrſchen und die meiſten Capillaren erſcheinen daher vielleicht von mehr venöſer, als von arterieller Beſchaffenheit. Facultativ erhalten wahrſcheinlich auch kleinere Gefäße die Fähigkeit, ihre Wandungen höher zu entwickeln, und wenn z B. nach Unterbindung eines Hauptſtammes die Circulation durch Nebenanaſtomoſen hergeſtellt wird, ſo dürfte dieſes auf keiner bloßen Vergrößerung des Lumen, ſondern auch auf einer fernern Ausbildung der Wandungen beruhen. Sehr räthſelhaft bleibt aber immer der ungeheuere Wechſel der Beſchaffenheit der ſo äußerſt dünnen Schichten, vorzüglich in den Schlagaderwandungen, welcher die klare Einſicht in den Bau dieſer Theile noch ſo ſehr hemmt.

9. Nervengewebe.

In dem centralen ſowohl, als dem peripheriſchen Nervenſyſteme bilden die Nervenprimitivfaſern oder Nervenfaſern und die Nervenkörper oder Ganglienkugeln oder Belegungskugeln die beiden Hauptelemente, zu welchen dann noch verſchiedenartige Faſern, deren nervöſe Natur noch zweifelhaft iſt, und mannigfache Körnergebilde, ſo wie jüngere Entwicklungsſtadien der beiden nervöſen Grundgewebe hinzukommen. Bei dem Menſchen und den Wirbelthieren bieten die centralen Primitivfaſern und vorzüglich die centralen Nervenkörper mehrfache Eigenthümlichkeiten, welche ſie von den entſprechenden peripheriſchen

Gebilden unterſcheiden, dar. Da dieſes bei den Wirbelloſen weniger der Fall iſt, ſo ſoll zunächſt von dem peripheriſchen und hierauf von dem centralen Nervenſyſteme der Wirbelthiere gehandelt und dann einiges die wirbelloſen Geſchöpfe Betreffende hinzugefügt werden.

a) Peripheriſches Nervenſyſtem.

An den peripheriſchen Primitivfaſern müſſen wir drei Haupttheile 1) die äußere Scheidenbildung, 2) die Begrenzungshaut und 3) den Nerveninhalt von einander ſondern. Da die Nervenfaſern bündelweiſe verlaufen und ſo kleinere und größere Stränge erzeugen, ſo findet ſich, analog, wie in den Muskelfaſern und verſchiedenartigen Muskelbündeln, eine zellgewebige Hüllenablagerung, das Neurilem, welche zunächſt den Stamm des Nerven und hierauf die untergeordneten Abtheilungen deſſelben bis zu den Primitivfaſern hinab umgiebt, innerhalb welcher die Blutgefäße verlaufen und in welcher noch Fett und Pigment abgelagert ſein können. Die dicht an einander liegenden Fäden und Bündel des Zellgewebes ſtreichen, meiſt dem längeren Durchmeſſer der Primitivfaſern entſprechend und ſchlängeln ſich leicht oder machen wellenförmige Biegungen und rufen ſo hier, wie z. B. bei den Sehnen, ſcheinbare dunkele Querlinien, welche das Anſehen haben, als lägen ſie dem Nerven auf oder umgäben denſelben, hervor. Erzeugen aber ſo die zellgewebigen Perineuralfaſern oder das Neurilem die Hauptmaſſe der äußern Scheidenbildung, ſo gehören noch zu dieſer eine Reihe feinerer Theile, welche bei einzelnen Gelegenheiten mehr oder minder beſtimmt wahrgenommen werden. Hierher ſind zu rechnen: a) die glashellen Hüllen. Breitet man ein feineres Nervenäſtchen oder ein Bündel eines Nerven ohne Zerſtörung ſeiner Scheidenbildung aus, ſo ſieht man an den Rändern eine ſchmale glashelle Schicht, in welcher man auch ſchon ohne Anwendung von organiſchen Säuren längliche, mit ihrem Längendurchmeſſer der Längenrichtung der Nervenfaſern meiſt entſprechende Kerne unterſcheidet. Eſſigſäure macht die glashelle Haut noch durchſichtiger und läßt die Kerne durch ihre größere Saturation noch mehr hervortreten. Sehr ſchön kann man dieſe Scheidenbildung ſtudiren und mit einer ähnlichen Formation der Blutgefäße vergleichen, wenn man einen der feinen, in den Lymphräumen frei liegenden Hautnerven des Rückens des Froſches im Ganzen mikroſkopiſch unterſucht. Dem Hautnerven entlang geht nämlich hier auf jeder Seite ein Blutgefäßſtämmchen, während Pigmentramificationen auf ihm und zum Theil auf jedem Nerven häufig zerſtreut ſind. An den Rändern der Blutgefäßchen erſcheint eine helle Hülle mit oft deutlich iſolirten und mit einem oder mehren Kernkörperchen verſehenen oder mehr langgezogenen und ſchmalen Kernen, die theils heller, theils granulirter und meiſt größer ſind, oft an dem Seitenrande Hervorragungen bilden und durch Waſſer leicht verändert zu werden ſcheinen. Dann folgen meiſt Zellgewebfaſern und Blutgefäße und die Hülle des Nervenſtämmchens iſt in nicht weiter geſonderten Zuſtande nur an einzelnen Stellen kenntlich und erſcheint oft außerhalb des zellgewebigen Neurilems. Gelingt es aber mit zwei Nadelſpitzen die Blutgefäße von dem Nervenſtamme zu ſondern, ſo erhält man eine genauere Anſicht dieſer ſich oft flächenartig ausbreitenden Scheidenformation. Sie bildet eine helle, halbdurchſichtige, granulirte bis granulirtfaſerige Haut, in welcher man einzelne, ſelten auch paarweiſe ſtehende längliche bis rundliche, ſelten nierenförmige Kerne erkennt. Nach Einwirkungen von Eſſigſäure ſieht man oft ſtatt eines länglichen zwei rundliche

Kerne, die sich bisweilen unter den Augen des Beobachters ferner verändern. Zerfasert man einen Nerven oder untersucht feinere Astverbreitungen desselben, so erhält man oft eine deutliche Anschauung dieser Hüllenform. Bei einiger Uebung sieht man sie auch an den Nervenfasern innerhalb des Gekröses. Ebenfalls sehr empfehlenswerth ist es, dünnere Nervenzweigchen nach Befeuchtung mit einer Lösung von Weinsteinsäure zu untersuchen. Hier erscheinen die mannigfaltigsten Gestalten der Kerne, oft besonders deutlich. Selbst bloße aus zwei Primitivfasern bestehende Bündel, z. B. des N. inguinalis des Frosches können noch diese Scheidenbildung besitzen. Ja, ich habe sogar bei dem Frosche aus dem Hüftgeflechte um eine einzelne Primitivfaser eine solche Umhüllung (Fig. 30) gesehen. b) Vielleicht mit der vorigen Hülle zusammenhängende und nur eine speciellere Entwickelung derselben darstellende lange Fasergebilde. Auch sie werden in dem Mesenterium des Frosches sehr deutlich wahrgenommen. Hat man ein Stück von allen Seiten losgeschnittenes Gekröse ausgebreitet und leise mit einem Glasplättchen bedeckt, so erscheinen bekanntlich die einzelnen Nervenzweigchen stark zickzackförmig geschlängelt. Zu den Seiten erkennt man die unter Nro. 1. genannte Hülle mit ihren Kernen. Auf der Fläche dagegen bemerkt man ziemlich breite, dicht bei einander liegende Faserstreifen, welche im Gegensatze zu den welligen Biegungen des Nerven und der höher oder tiefer liegenden Zellgewebefasern des Gekröses gerade verlaufen (Fig. 29 c.). Man kann sich nicht ohne einige Wahrscheinlichkeit denken, daß diese Fasern nur ein inneres, älteres weiter entwickeltes Stadium der Hülle Nro. 1 oder gar vielleicht mit ihr identisch sind. Jedoch scheint mir das Erstere der Wahrheit entsprechender zu sein, da sich oft Fragmente der durchsichtigen Hülle abstreifen, ohne daß man etwas mehr, als die Kerne sieht. c) Nach Henle erscheinen noch in der Hülle aller secundären Nervenbündel sehr blasse, auch gabelig getheilte und an den Theilungsstellen zu kleinen Knötchen angeschwollene Fasern, die auch an der innern Oberfläche der Sklerotica und auf der Zonula Zinnii vorkommen. Wahrscheinlich sind dieses ähnliche Fasern, wie ich früher in der harten Rückenmarkshaut beobachtet habe. Bei dem Frosche werden die Bündel nach Pappenheim und Henle von umhüllenden Fasern in regelmäßigen Abständen ringförmig bis spiralig umschlossen und zum Theil eingeschnürt, außerdem sieht man bisweilen in ihren Formen den embryonalen Zellenfasern sich annähernde Gebilde (Fig. 35 b).

Die Begrenzungshaut der Nervenfasern ist eine sehr dünne und durchsichtige Membran, welche den Nervenfaserinhalt unmittelbar umgiebt. Schon das Verhalten des letztern läßt auf ihre Existenz schließen. Bei seiner halbflüssigen Beschaffenheit im ganz frischen und unveränderten Zustande könnten die Seitenränder der Primitivfasern nicht so bestimmt erscheinen und in diesem Zustande verharren, wenn nicht eine sehr feine Haut als Einhüllung existirte. An Primitivfasern, welche man unter Wasser untersucht, bemerkt man nicht selten ein unter den Augen des Beobachters vor sich gehendes und mannigfach ihre Formen änderndes bruchsackartiges Hervortreten von einzelnen Partien des Nerveninhaltes (Fig 31), ohne daß die ausgetretene Masse in Fragmente zerfällt, so lange sie in ihrem sehr zarten Bruchsacke eingeschlossen ist. Bisweilen sieht man auch nach dem Auspressen des gesammten Nerveninhaltes oder eines Theiles desselben die sehr zarte Begrenzungshaut, vorzüglich bei Beschattung, mehr oder minder gesondert. Endlich ergiebt sich die Weinsteinsäure als ein zweckmäßiges Reagens der Art, da sie den Nerveninhalt in stärkerm oder geringerm Maße angreift.

Nach ihrer Application bemerkte ich z. B. in dem Antlitznerven des Schafes oft um einzelne, frei hervortretende Primitivfasern eine Membran, wie sie in Fig. 32 dargestellt worden, ohne daß ich jedoch bestimmt behaupten könnte, daß sie wahrhaft die Begrenzungshaut sei. Sehr sichere Anschauungen dagegen erhielt ich häufig bei dem Frosche. Zerfasert man z. B. einen Strang des Hüftgeflechtes dieses Thieres und befeuchtet ihn mit einer Lösung von Weinsteinsäure, so findet man während der Einwirkung der Säure häufig Gestalten, wie sie Fig. 33 gezeichnet worden, d. h. der getheilte Nerveninhalt hinterläßt eine leere Stelle, die dann eingeschnürt erscheint, da sich die Begrenzungshaut fadig zusammenzieht. Bisweilen weicht nur der peripherische und nicht der Achsentheil des Inhalts zurück, so daß dieser von der Begrenzungshaut eingeschlossen wird (Fig. 36). Einzelne Cylinder endlich erscheinen bisweilen ganz leer. Auch durch kaustisches Kali kann man oft ähnliche Anschauungen erhalten. Ja bei ganz frischen Nerven sieht man nicht selten einzelne Stellen des Randes (Fig. 34 a) oder der Mitte leer und durch die bloße Begrenzungshaut charakterisirt. Bei allen diesen Anschauungen, zu deren Erzeugung man auch schon ältere Leichen anwenden kann, erscheint jene Membran fein granulirt und ohne bestimmte deutliche Structur. Bei ganz frischen Nerven und unter sehr starker Vergrößerung bemerkt man bisweilen in ihr einander schief durchkreuzende und wahrscheinlich längs des Rohres in einander kreuzenden Spiralen emporsteigende Faserlinien, die jedoch sonst nicht sichtbar sind.

Da der Nervenfaserinhalt nach dem Tode entweder von selbst oder durch die Einwirkung von Wasser oder anderer Reagentien leicht gerinnt, so muß man zunächst die Untersuchung desselben an ganz frischen, eben getödteten Thieren vornehmen und jede Befeuchtung meiden. Allein auch bei dieser Vorsicht erhält man meist schon einzelne veränderte Nervenfasern, da das bloße Ausbreiten durch die Nadel schon viele derselben verletzt. Der Inhalt ist milchweiß und halbdurchsichtig, füllt das Rohr der Begrenzungshaut gleichförmig aus und zeigt so keine weitere Differenz zwischen einem peripherischen und einem centralen Theile. Beginnt die Gerinnung, so werden die Ränder gekräuselter und gefalteter und jede dieser Formationen erscheint als eine mehr oder minder dunkele Linie, die meist von einer gleichlaufenden hellern begleitet wird. Dieser Gerinnungsproceß scheint darin zu bestehen, daß sich der sonst weichere bis halbflüssige Inhalt, indem er fester wird, leicht membranös faltet und so zunächst an der Oberfläche die genannten dunkelen Linien erzeugt. Geht die Coagulation noch stärker vor sich, so zerfällt endlich der ganze markige Nerveninhalt in eine Menge unregelmäßiger, sich leicht faltender, bröckelnder oder einrollender Stücke, von denen die letzteren bei unaufmerksamer Betrachtung leicht durch ihr Aussehen für Nervenkörper, Zellen u. dgl. gehalten werden können. Offenbar hat aber der peripherische Theil dieses Inhalts eine größere Neigung zu gerinnen, als der centrale, der bisweilen weicher bleibt, ja durch Wassereinsaugung noch weicher werden zu können scheint, bisweilen dagegen umgekehrt eine solidere Consistenz darbietet. So kommt es denn, daß man bei geronnenem Nervenfaserinhalte eine peripherische oder Rinden- und eine Achsensubstanz unterscheiden kann. Die Achsenmasse selbst stellt sich, wo sie sichtbar wird, unter drei verschiedenen Hauptformen dar, 1) als ein sehr blasses, feinstreifiges, schmales bandförmiges Gebilde, welches oft peitschenförmig aus dem Centrum der verletzten Primitivfaser hervorragt und auch theils von selbst, theils durch Druck als ein sehr langes, wie es scheint, etwas steifes Band isolirt heraustreten

und daher auch gesondert neben und zwischen den Primitivfasern vorgefunden werden kann. (Das Primitivband von Remak.) An Nervenfasern, welche diesen Theil darboten, sah ich bisweilen am Ende strahlige Büschel, welche wahrscheinlich der Rindensubstanz des Nerveninhalts angehörten. (Fig. 37) 2) Es erscheint im Innern des Nerveninhalts eine breitere, hellere Achsenmasse, welche auch am Ende eine Strecke weit an dem Bruchrande frei hervortreten kann, nicht so blaß, als das Primitivband ist und entweder gar keine oder von einander mehr entfernte und unregelmäßige Streifen darbietet. (Achsencylinder von Purkinje und Rosenthal) (Fig. 36). Dieses Element zeigt bisweilen noch einzelne Verdünnungen seines Durchmessers oder umgekehrt varicöse Anschwellungen. 3) Statt dieser fortlaufenden Theile unregelmäßige, von einander abstehende längliche Gebilde, welche vielleicht Veränderungen der Form Nro. 2 sind. — An den meisten Primitivfasern jedoch bemerkt man keinen von diesen dreifach verschiedenen Theilen, wahrscheinlich weil sie entweder zu wenig oder zu stark, bis zum Zerfallen geronnen sind. Reagentien, welche geringere Coagulationsgrade erzeugen, wie z. B. verdünnter Weingeist, Chromsäure, oder die anderseits zunächst die Rindensubstanz auflösen oder verändern, z. B. Weinsäure sind auch zur Darstellung dieser Achsengebilde mit Nutzen anzuwenden. Obgleich es so nur möglich wird, dieselben unter künstlichen Verhältnissen der Nervenfasern wahrzunehmen, so dürften sie doch wenigstens darauf hindeuten, daß die Achse des Nerveninhalts auch im naturgemäßen Zustande eine etwas andere Beschaffenheit, als die Marksubstanz hat.

Die halbweiche Consistenz des frischen Nerveninhalts, welche durch Krankheit, Fäulniß oder Wassereinsaugung noch bedeutender werden kann, bedingt schon an und für sich eine Tendenz desselben, sich auszudehnen. Ihr wird durch die Begrenzungshaut und die Scheidenbildungen entgegengestrebt. Sind aber die letzteren größtentheils entfernt und die erstere allein vorhanden oder sind beide verletzt, so wird bei leichtem Drucke um so eher eine bauchige Erweiterung der Primitivfaser, eine sogenannte varicöse Anschwellung eintreten. Da in dem peripherischen Nervensysteme bei der stärkern Consistenz mehr Widerstand vorhanden ist und leichter eine hindernde Gerinnung, vorzüglich der Rindenmasse des Nerveninhalts eintritt, so werden hier und da Varicositäten an den Primitivfasern zum Vorschein kommen, wo bedeutende mechanische Gewalt, stärkere Wassereinsaugung, Erweichung des Nerveninhalts u. dgl. eintreten. Fasern dagegen, welche durch Einwirkung von Wasser, Weingeist u. dgl. früher zur Coagulation gebracht worden, sind zu der immer künstlichen Erzeugung dieser Formen weniger bis gar nicht geeignet.

Die so beschaffenen Primitivfasern verlaufen nun überall isolirt, theilen sich nirgends gabelig, anastomosiren nie unter einander und zeigen in den sensiblen und motorischen Fasern keine Unterschiede ihrer Elementartheile. Nach C. Emmert und Henle sollen nur in den bewegenden Wurzeln im Durchschnitte mehr breitere Primitivfasern, als in den empfindlichen vorkommen. Wegen ihrer Isolirtheit liegen sie in den Nervenzweigen nur neben einander. Die Verästelung eines Nerven entsteht daher bloß dadurch, daß eine gewisse Zahl von Primitivfasern, welche früher in einem Hauptstamme enthalten waren, als selbstständiger Zweig abgeht. Wenn Fasern, die früher in einem Nervenstamme verliefen, zu einem andern hinübertreten, so erzeugt sich hierdurch eine einfache, und, wenn beide Nerven gegenseitig Primitivfasern austauschen, eine wechselseitige Anastomose. Entsteht

durch solche Anastomosen ein nervöses Netzwerk mit leeren oder mit nicht nervösen Elementen gefüllten Maschenräumen, so bildet sich hierdurch ein leeres Nervengeflecht oder ein Nervengeflecht schlechthin. Sind die Maschenräume durch Nervenkörper ausgefüllt, so haben wir dann einen Nervenknoten oder ein gangliöses Geflecht. Während nun die Primitivfasern nach ihrem peripherischen Endpunkte verlaufen, verbinden sie sich schon häufig geflechtartig mit einander und durchkreuzen sich oft nach Gesetzen einer anatomischen oder physiologischen Symmetrie. Zugleich vertheilen sie sich hierbei in immer feinere Zweige und dringen stets tiefer in die Organe, für welche sie bestimmt sind, ein. Hier bilden sie vor ihrer Endigung reichliche, für die einzelnen Theile, gleich den Gestalten der Capillargefäße, in charakteristischen Formen auftretende Geflechte, die sogenannten Endplexus und schließen, indem je zwei Primitivfasern, vereinzelt oder gruppirt, bogenförmig in einander übergehen. Diese Bildungen heißen Endumbiegungsschlingen oder Endschlingen. Da der continuirliche Uebergang je zweier Nervenprimitivfasern an ihrem peripherischen Ende in einander nicht nur keinen Satz unserer heutigen Nervenphysik zu erläutern im Stande ist, sondern sogar den gewöhnlichen wegen der Isolirtheit der Leitung des Nervenprincips herrschenden Vorstellungen entgegen steht, so wird es um so nothwendiger, sich bestimmt von der Thatsache der Endumbiegungsschlingen zu überzeugen. Für die erste Untersuchung eignen sich hier am besten das innere Gehörorgan der Frösche und der Fische und die Zahnsäckchen des Menschen und der Säugethiere, die letzteren nach vorsichtiger Behandlung mit kaustischem Kali. Nach Volkmann sollen auch schon Haufen von Endschlingen, d. h. von Primitivfasern, die sogleich zum centralen Nervensysteme zurückkehren, vorkommen, ehe sie sich in einem peripherischen Organe verbreitet haben. Da nicht jede einzelne Muskelfaser z. B., sondern eine bestimmte Zahl derselben eine Endumbiegungsschlinge in Anspruch nimmt, da überhaupt die Strömung des Nervenprincips mit einer Actio in distans eben so gut verbunden ist, wie die Ernährungsflüssigkeit eine Summe mehr oder minder entfernter Gewebtheile durchtränkt, so hat diese Ansicht natürlich deshalb theoretisch nichts gegen sich, weil wir einerseits nicht wissen, wie weit diese Actio in distans sich ausdehnen kann und weil es denkbar ist, daß auch wohl peripherische Nervenfasern ohne entsprechende peripherische Organe existirten. Allein, wie ich schon an einem andern Orte bemerkt habe, kann ich den angeblichen, von Volkmann gelieferten Beweisen keine Kraft zuerkennen, weil die physiologischen Data gar nichts darthun und bei den anatomischen eine Menge von Nebenzweigchen, die zu berücksichtigen waren, von Volkmann[1]) außer Acht gelassen worden sind.

Dieses eben geschilderte Verhalten der Nerven macht es überall nothwendig, daß jede aus dem centralen Nervensysteme austretende Faser einen größern oder geringern peripherischen Verlauf vor ihrer Endigung besitze. Es ließe sich nun denken, daß es hierbei auch möglich sei, daß die Faser in derselben Höhe, in welcher sie aus dem centralen Nervensysteme tritt, bleibe und nur in der Dimension der Breite fortgehe. Allein dieses scheint nirgends oder wohl nur ausnahmsweise der Fall zu sein. Fast alle, wo nicht alle Fasern laufen schief nach oben oder nach unten, so daß ihr Ursprung in einem andern Höhenniveau, als ihr Ende liegt.

Die Substanz der Ganglien enthält noch eine von den Nervenfasern wesentlich abweichende Art von Gebilden, die man mit dem Namen der peri-

[1]) Siehe Rep. Bd. VI. S. 97.

pheriſchen Nervenkörper oder der Ganglienkugeln bezeichnet. Sie ſind meiſt platt und enthalten innerhalb einer körnigen bisweilen größere runde Körper führenden Grundmaſſe einen hellen meiſt runden aber nicht ſelten länglich runden Kern mit einem oder mehren ſoliden Kernkörperchen. Bisweilen findet ſich auch neben der urſprünglichen meiſt entfernt und oft in einem Endtheile des Nervenkörpers eine zweite Kernbildung. In der Regel ſind die Nervenkörper mehr oder minder platt, mit ſcharfen oder auch etwas abfallenden Seitenrändern verſehen. Ihre Form und Größe wechſelt ſehr. Man findet ſie kreisrund, länglichrund, eiförmig, nach der einen Seite hin geſchwänzt, räucherkerzchenartig, wurſtförmig, tetraedriſch u. ſ. f. Bisweilen verbinden ſich auch zwei durch eine verſchmälerte Brücke mit einander. Ihre körnige Grundmaſſe hat eine ziemliche Feſtigkeit, widerſteht auch mehr als die Nervenfaſern der Fäulniß, löſ't ſich aber doch hierbei, ehe dieſe gänzlich zu Grunde gehen, in viele Körnchen, die leicht aus einander weichen, auf [1]). Ihre Durchmeſſer können ungefähr zwiſchen 0,007‴ und 0,040‴ ſchwanken. Unter dem Mikroſkope blaß gelblichgrau bis röthlich gelblich erſcheinend erzeugen ſie für das freie Auge bei ihrer Anhäufung die eigene röthliche Farbe der Ganglien. In dieſen nämlich liegen ſie haufenweiſe neben und zwiſchen den Primitivfaſern, welche letztere hierbei ein doppeltes Verhalten meiſtentheils darbieten. Ein Theil derſelben durchdringt in größeren Bündeln die Anhäufung der Ganglienkugeln oder läuft neben derſelben vorbei, ſo daß dieſe ihr ſeitlich aufſitzt. Man nennt in dem erſtern Falle die Nervenfaſern durchſetzende, in dem letztern heißt der Knoten ein aufſitzender. Ein anderer Theil der Nervenfaſern aber windet ſich iſolirt oder zu wenigen verbunden durch die Anhäufung der Nervenkörper, gleichſam mit Mühe ſich eine Bahn ſuchend, hindurch und heißt umſpinnende Primitivfaſern. Wahrſcheinlich verbinden ſich überall mit dieſer Differenz auch fernere anatomiſche und phyſiologiſche Unterſchiede. In dem ſympathiſchen Nerven läßt ſich ſchon jetzt ein ſolcher nachweiſen. Der Stamm des Sympathicus nämlich recrutirt ſich mit ſeinen wahren Nervenprimitivfaſern aus den Wurzeln der Hirn- und Rückenmarksnerven. Dieſe Faſern treten in den Seitenſtrang des N. sympathicus ein, durchſetzen eine größere oder geringere Strecke deſſelben und auf dieſem Wege meiſt mehre Ganglien und treten aus, um ihre peripheriſche Verbreitung zu finden. Da die wenigſten Primitivfaſern, ja vielleicht gar keine, den ganzen Seitenſtrang durchlaufen, ſo bildet dieſer nur ideell ein Ganzes und beſteht in Wahrheit in einer Menge in einander verwickelter ſucceſſiver Theile. Diejenigen Faſern nun, welche einen Knoten des ſympathiſchen Nerven durchſetzen, um ſich noch nicht peripheriſch zu verbreiten, ſondern um in dem Verbindungsſtrange zu verlaufen, verhalten ſich größtentheils, wo nicht gänzlich, als durchſetzende, diejenigen dagegen, welche in peripheriſchen Zweigen abgehen, vorzugsweiſe als umſpinnende Primitivfaſern.

Die Dicke des Knotens, ſeine Hervorragung und der Grad ſeiner Wahrnehmbarkeit mit freiem Auge hängen von der Menge der Ganglienkugeln, welche an einer ſolchen Stelle neben den Nervenfaſern vorhanden ſind, ab. Bei geringer Anzahl der Nervenkörper entſteht keine Anſchwellung und wir können daher auf ſcheinbar einfache Nerven ſtoßen, die unter

[1]) Auch an friſchen, iſolirten Nervenkörpern läßt ſich etwas Aehnliches mit Beihülfe von kauſtiſchem Kali zur Anſchauung bringen. Die Hülle derſelben berſtet nämlich dann häufig und läßt den flüſſiger gewordenen Inhalt durch die Mündung hervortreten.

dem Mikroskope Ganglienkugeln darbieten. Henle, welcher Verhältnisse der Art auch bei dem Frosche beobachtet hat, vermuthet zwar, daß bei den höheren Thieren nichts Aehnliches existire. Allein die Untersuchung des Verbindungsstranges zwischen den Ganglien des Sympathicus des Menschen und fast aller Säugethiere, des N. nasopalatinus Scarpae des Schafes, des R. tympanicus des Menschen u. dgl. dürfte leicht das Irrthümliche dieser Annahme darthun. An den bald zu erwähnenden grauen weichen Fasern finden wir besonders häufig mikroskopische Ganglien, ja Ablagerungen ganz vereinzelter Nervenkörper.

Die meisten Schwierigkeiten bei den Studien der peripherischen Nervenkörper bilden die Verhältnisse ihrer Hülle und ihrer Scheiden. Da die Grundmasse derselben ziemlich fest ist, so müßten sie, aus ihrem bald zu erwähnenden Scheidennetzwerke herausgefallen, ihre Contouren behalten, selbst wenn sie von keiner Begrenzungshaut eingeschlossen würden. Die letztere ist auch bei ganz isolirten (und nicht in ihrer bald zu erwähnenden Specialhülle eingeschlossenen) Nervenkörpern in der Regel nicht deutlich wahrnehmbar und kann durch kein mir bekanntes Reagens auf eine sichere Art isolirt werden. Dagegen kann man sie nach dem ersten Eintritte der Fäulniß nicht selten in der Art wahrnehmen, wie ich sie Fig. 38 aus dem Gasser'schen Knoten gezeichnet habe. Sie umgiebt als eine durchsichtige, dann an den Rändern faltige und bisweilen eingerissene helle Hülle den in ihr eingeschlossenen und deutlich begrenzten Nervenkörper. Besondere Fasern oder andere mit Sicherheit kenntliche Gewebtheile habe ich bis jetzt in ihr nicht wahrnehmen können. Bisweilen nur zeigen sich an ihr Streifen oder kleine rundliche bis spindelförmige Körperchen. Schon im frischen Zustande dagegen wird an den Nervenkörpern ein anderes Hüllengebilde kenntlich. Am besten verfährt man hier, wenn man mit dem Doppelmesser sehr feine Schnitte aus einem größern Knoten, z. B. eben dem Ganglion Gasseri entnimmt. Dann treten schon ohne weitere Vorbereitung oder, wenn dieses nicht stattfindet, während der Einwirkung von Essig- oder Weinsteinsäure eine Menge zerstreuter rundlicher bis länglichrunder Kerngebilde (Fig. 39) hervor, die oft auffallend concentrisch stehen und sich bisweilen über die Oberfläche der Nervenkörper nach dem benachbarten Scheidennetzwerke fortziehen. Vorzüglich bei der Untersuchung ganz frischer Ganglien sieht man bisweilen, besonders an Nervenkörpern, die am Rande frei hervorstehen, daß sie von diesen Hüllenbildungen wie von einer eigenen Kapsel umgeben werden (Fig. 40). In natürlicher Lage ruhen die Ganglienkugeln in den Maschenräumen eines Fasernetzwerkes, welches um den einzelnen Nervenkörper jene eben berührte Scheide bildet, das um stärkere Gruppen derselben oft stärker wird und von welchen die bald zu erwähnenden, daher auch Scheidenfortsätze genannten Elemente der weichen, grauen Nerven ausgehen. An ganzen Ganglien, die vollständig mikroskopisch untersucht werden können, z. B. an den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven kleinerer Haussäugethiere sieht man oft eine glashelle mit rundlichen bis länglichrunden Kernen versehene Schicht, ganz wie sie als äußerste Hülle der Nervenbündel beschrieben worden. Bei Zerfaserung von Knoten gelingt es bisweilen sie als helle mit Kernen versehene, sich leicht faltende Häute isolirt darzustellen. Auch um einzelne Abtheilungen eines größern Ganglion scheinen bisweilen solche Vaginalbildungen herumzugehen.

Die graue und weiche Beschaffenheit der sogenannten weichen Nerven, die sich vorzüglich an vielen mit Ganglien in nächster Verbindung

stehenden Zweigen darbieten, rührt oft von eigenen den gewöhnlichen Nervenfasern oder Cerebrospinalfasern beigemischten Faserelementen her, welche man mit dem Namen der organischen Nervenfasern, der Scheidenfortsätze, der gelatinösen Nervenfasern bezeichnet hat. Untersuchen wir einen grauen weichen Nerven, z. B. den Nasenscheidewandnerven des Schafes unmittelbar nach dem Tode, so sehen wir, daß er zu einem großen Theile aus vielen unverästelten, grauen, matten und blassen, 0,005‴ im Mittel breiten Fasern besteht. Diese (Fig. 41, 42, 43) trennen sich ohne vielen Widerstand leicht von einander, weil vielleicht nur eine durchsichtige weiche Substanz sie verbindet, so daß hieraus eine leichte Spaltbarkeit der grauen Nerven resultirt. Im ganz frischen, noch warmen Zustande sind sie oft so blaß, daß man weder ihre inneren noch ihre aufliegenden Theile unterscheiden kann. Für das freie Auge haben sie auch dann häufig das Aussehen einer hellen, grauen Gallerte. Erkaltet und mit Wasser befeuchtet erscheinen sie oft granulirt, zeigen an sich eine Menge von länglichrunden bis rundlichen Kernbildungen (Fig. 41), bieten oft etwas rauhe Ränder dar und spalten sich am Ende faserig. An ihrer Oberfläche können sie noch pigmentirte Körper darbieten. (Fig. 43.) Durch Fäulnißwerden sie leicht angegriffen und verändert. Sind neben ihnen weniger Nervenprimitivfasern vorhanden, so verlaufen diese isolirt oder zu wenigen vereint, zwischen jenen weichen Fasern, welche übrigens die Eigenschaft haben, die Cerebrospinalfasern zu verdecken und unkenntlich zu machen. Deshalb darf man sich bei Beurtheilung dieses Punktes nie mit der Untersuchung unter Wasser allein begnügen, sondern muß die Befeuchtung mit einer Lösung von kaustischem Kali vornehmen, weil dieses die Eigenschaft hat, die weichen grauen Fasern heller zu machen, zum Theil aufzulösen und die wahren Cerebrospinalfasern hervortreten zu lassen. Das Vorkommen dieser grauen Fasern ist sehr variabel und Nerven, welche dieselben bei einem Geschöpfe in Menge enthalten, besitzen sie in einem andern fast gar nicht, wie z. B. die Vergleichung des N. nasopalatinus der Wiederkäuer und des Menschen lehren kann. Ja sogar nach dem Alter finden sich ähnliche Differenzen, wie z. B. die Gekrösnerven des Füllens und des erwachsenen Pferdes zeigen. Eben so scheinen auch temporäre Verschiedenheiten rücksichtlich ihrer Existenz Statt zu finden. Schon Remak und später Lee bemerkten, daß die Verstärkung der Nerven in dem schwangern Uterus vorzüglich durch die Ausbildung grauer Fasern bedingt werde. Bei dem Frosche, wo sonst die grauen Nerven so sparsam sind, daß man sie, jedoch mit Unrecht, gänzlich geleugnet hat, sieht man während der Turgescenz der Ovarien im Frühjahre innerhalb des Eierstocksgekröses neben Bündeln von Nervenfasern Stränge von grauen Fasern, an denen die einzelnen oder wenigen Nervenprimitivfasern erst durch den Gebrauch von kaustischem Kali kenntlich werden. Im Allgemeinen gehen die grauen Fasern immer von Stellen, welche Ganglien enthalten, aus, begleiten die Nervenfasern, mischen sich unter sie, oder hüllen sie auch wohl rund ein, oder setzen sich auch direct an andere Theile, wie faserige Membranen, Gefäßhäute u. dgl. an und führen nicht selten Nervenkörper an sich. Diese letzteren sind oft in so geringer Menge vorhanden, daß die so resultirende Ganglienbildung nur mikroskopisch ist, wie z. B. nach den Erfahrungen von Remak am Herzen. Bisweilen weichen sie auch aus einander, um nur einem einzelnen oder zwei Nervenkörpern Raum zu gestatten. Ihre anatomischen Unterschiede von den gewöhnlichen Nervenfasern, ihr variables Vorkommen, ihr Mangel einer peripherischen Endigung in Orga-

nen (da viele Nerven, die anfangs grau sind, später weiß erscheinen) und ihr oft zellgewebeartiges Anhaften an benachbarten Faserhäuten, wie man z. B. bei dem obern Jugularknoten des jungen Schlundkopfnerven sieht, so wie directe physiologische Versuche machen es unmöglich, sie für Nervenfasern, welche der Ernährung vorstehen oder für solche, welche die unwillkürlichen Bewegungen leiten, anzusehen. Die Meinung, daß es embryonale Gebilde seien, würde, wenn sie selbst unzweifelhaft da stände, noch nichts Physiologisches erläutern. Ueber ihre sonstige Bedeutung sind aber zur Zeit nur subjective Vorstellungen möglich.

b) Centrales Nervensystem.

Die centralen Nervenprimitivfasern sind, wie man an der Eintrittsstelle der Nervenwurzeln beobachten kann, unmittelbare Fortsetzungen der peripherischen und stimmen mit diesen in den wesentlichsten Verhältnissen des Nerveninhalts und der Begrenzungshaut überein, unterscheiden sich aber durch die übrigen Hüllen, haben oft geringere Breitendurchmesser und verschmälern sich wahrscheinlich allmälig bei ihrem fernern Verlaufe. Der Inhalt, welcher auch in einzelnen Fällen ein Primitivband und einen Achsencylinder darbietet, scheint bisweilen etwas flüssiger zu sein und oft durch Wasser nicht sowohl zur Gerinnung gebracht, als noch expansibler gemacht zu werden. Daher hier bei der Zartheit der Begrenzungshaut und dem Mangel anderer stärkerer Hüllen durch Druck, mechanische Zerrung, Wasser u. dgl. Varicositäten entstehen und man hier die varicosen Fasern fast bei jedem Schnitte wahrnimmt. Uebrigens sind gerade in diesen Verhältnissen die verschiedenen Primitivfasern sehr verschieden. An denen der oberflächlichen Marksubstanz des Rückenmarkes des Ochsen z. B. stellen sich meist nicht angeschwollene, in der Marksubstanz des Rückenmarkes kleinerer Thiere meist varicöse Fasern dar. Eben so bilden sich die Varicositäten weniger leicht an ganz frischen, von eben geschlachteten Thieren entnommenen und mit ihrer natürlichen Consistenz noch versehenen Fasern, als einige Stunden oder gar Tage später, wenn das centrale Nervensystem durch die hier so leicht eintretende Fäulnißveränderung weicher geworden. Greift die Zersetzung weiter um sich, so zerfällt der Inhalt je nach seiner Consistenz und nach anderen Verhältnissen in Tropfen, krümelige Massen, Faserfragmente u. dgl. mehr. Schon die Bildung der varicösen Fasern und die anderen auch hier wiederkehrenden Umstände lassen selbst theoretisch auf die Existenz der Begrenzungshaut schließen. Die sinnliche Darstellung dieser letztern ist aber hier weit schwerer, als bei den peripherischen Nervenfasern. Es ist mir hier bis jetzt, so viel ich mich erinnere, noch keine Anschauung aufgestoßen, wie sie aus den peripherischen Nerven Fig. 34 gezeichnet worden, daß nämlich durch eine locale Lücke des Inhalts ein Theil der Begrenzungshaut zum Vorschein kommt. Eben so wenig sah ich irgend bedeutende Erfolge von der Anwendung von Weinsteinsäure und von sauerkleesaurem Kali. Dagegen erhält man oft durch das Befeuchten mit Essigsäure Anschauungen, wie sie Fig. 44 aus dem kleinen Gehirn dargestellt worden. Nach Anwendung dieses Reagens findet man häufig das Nervenmark, so weit es noch vorhanden ist, kugelig zusammengezogen. Bei noch fortlaufenden Primitivfasern erscheinen Lücken des Inhalts, welche durch breitere oder dünnere Streifen der hellen, blassen und dann granulirten Begrenzungshaut verbunden werden. Auch noch eine andere, mit dieser nicht zu verwechselnde

Hüllenbildung wird oft durch Essigsäure zur Anschauung gebracht. Es ist dieses eine blasse hautartige Ausbreitung mit aufliegenden Kernen, von der ich vermuthen muß, daß sie abgesonderte Bündelabtheilungen, ähnlich wie in dem peripherischen Nervensysteme, umgebe. Das übrige Hüllensystem der letzteren aber fehlt dem centralen Nervensysteme gänzlich bis fast gänzlich. Ob, wie höchst wahrscheinlich ist, ja sich aus der verschiedenen Consistenz der Markmassen beinahe mit Sicherheit schließen läßt, Differenzen dieser zarten Hüllenbildungen nach den Localitäten eintreten, müssen künftige Erfahrungen genauer erhärten.

Bei der Unmöglichkeit, eine einzelne Primitivfaser von ihrem Eintritte in das centrale Nervensystem bis zu ihrem centralen Ende zu verfolgen, können gegen jede hier zu gebende Darstellung des Verlaufes und der Endigung der Nervenfasern mit mehr Leichtigkeit Einwände gemacht, als neue Thatsachen gegeben werden. So viel ist gewiß, daß auch in dem centralen Nervensysteme keine Verästelung der Fasern vorkommt, daß die Juxtaposition ganz die analoge, wie bei den peripherischen Nerven ist und daß die Maschenräume ihrer Plexus nie ganz leer sind, sondern durch andere Faserbündel oder durch Anhäufung centraler Nervenkörper ausgefüllt werden. Uebergänge der Primitivfasern in die Nervenkörper sind nirgends sicher nachzuweisen und ich muß wenigstens nach meiner Erfahrung Angaben der Art, welche vorzüglich nach Untersuchung von Präparaten, die in Chromsäure aufbewahrt werden, gemacht worden, für das Resultat einer Täuschung halten. Nach meinen Erfahrungen findet man immer nur entweder abgeschnittene oder abgerissene Primitivfasern oder, wie in den Hemisphärentheilen des großen und des kleinen Gehirnes Plexus und Schlingen, die vollkommen an die Endplexus und die Endschlingen der peripherischen Organe erinnern. Wenn die letzteren von Forschern, wie Remak und Henle in Abrede gestellt werden, so liegt dieses nur darin, daß sie wahrscheinlich senkrechte feine Schnitte, welche nur mit Hülfe des unter Wasser geschlossenen Doppelmessers, aber dann leicht in irgend bedeutender Zahl bereitet werden können, nicht oft genug untersucht haben. Denn bei dieser Beobachtungsweise überzeugt man sich gerade an dem menschlichen Gehirne leicht, daß die centralen Primitivfasern gegen die Oberfläche der Windungen der Hemisphären des Gehirnes zuerst Plexus mit schon hier vorkommenden Bogenschlingen bilden und daß einzelne Primitivfasern immer höher bis nahe an die äußere Oberfläche der grauen Substanz verlaufen. Wenn daher jene Plexus und Bogen als Endplexus und Endschlingen betrachtet werden, so ist dieses natürlicherweise nicht absolut beweisbar, sondern nur durch den Mangel des Nachweises einer andern Endigung der Nervenfasern und durch die Analogie mit den peripherischen Nervenenden sehr wahrscheinlich zu machen. Bei der Bestimmtheit, mit welcher sich jene Plexus und Schlingen zum Theil in den Großhirnhemisphären der Vögel und Säugethiere, vorzüglich aber des Menschen nachweisen lassen, dürften natürlich negative Erfahrungen von anderen Forschern von geringerer Bedeutung sein. Wichtiger wäre der Einwand von Remak, daß die Bogen nur durch einen welligen Verlauf der Fasern längs der Oberfläche der Gyri entstünden. Allein einerseits sieht man aus den Endplexus einzelne Fasern heraustreten, nach der Oberfläche streben und Bogen bilden und anderseits ist mir bis jetzt noch noch kein Fall vorgekommen, wo ich bei den mannigfachsten senkrechten Schnitten eine solche Faser längs mehrer Gyri und durch mehre wellige Bogen verfolgen konnte. Dagegen läßt sich aus der Zunahme der

Markmasse im Gehirn allerdings schließen, daß, wenn keine nur dem centralen Nervensysteme eigenen Primitivfasern existiren sollten, allerdings ein schlingenartig und wellig gebogener Verlauf derselben existiren müßte [1]). In dem Rückenmarke sieht man nie eine bestimmte Anzeige einer Endigung von Nervenfasern, sondern alle durch die Rückenmarkswurzeln eintretenden Primitivfasern steigen, so weit die bisherigen anatomischen und physiologischen Erfahrungen lehren, durch das verlängerte Mark zu dem kleinen und dem großen Gehirne empor. Auch die Herznerven, die nach physiologischen Versuchen in dem verlängerten Marke endigen sollten, erstrecken sich wahrscheinlich höher hinauf bis in das große Gehirn.

Die centralen Nervenkörper sind an und für sich mannigfaltiger und zugleich weit schwerer zu untersuchen, als die centralen Nervenprimitivfasern. Bei ihrer Weichheit und ihrem zähen Zusammenhange stellt sich die graue Masse mit wenigen später anzuführenden Ausnahmen sowohl im ganz frischen Zustande, als nach mehr oder minder eingetretener Fäulniß als eine feinkörnige Substanz mit einzelnen größeren rundlichen Körperchen und zellenartige mit Kerngebilden versehene Masse dar. Dieses entsteht dadurch, daß die centralen Nervenkörper sich nicht von einander sondern und daß so ihre körnige Grundmasse Eine Substanz, in welcher ihre Kernbildungen zerstreut liegen, zu bilden scheint. Bei der Anschauung vieler Präparate gelingt es dann, einzelne oder mehre centrale Nervenkörper, welche entweder isolirt (Fig. 48) oder von anderer grauer Substanz umgeben sind (Fig. 45), aufzufinden. Diese Erfahrungen lassen sich an frischen sowohl, als an älteren, schon etwas erweichten Gehirnen machen. Ja für die isolirte Darstellung von Nervenkörpern ist sogar ein etwas älteres centrales Nervensystem, wenigstens des Menschen und der höheren Thiere tauglicher. Mit Nutzen kann man auch das Behandeln mit Essigsäure oder Weinsteinsäure anwenden. Läßt man graue Gehirnmasse einige Tage in verdünntem kaustischen Ammoniak liegen, so wird das Ganze mehr schleimig und zeigt ebenfalls und zwar sehr häufig isolirte Nervenkörper. Um diese jedoch im Zusammenhange zur Anschauung zu erhalten, sind feine aus freier Hand oder vorzüglich mit dem Doppelmesser bereitete Schnitte ganz frischer Gehirne tauglicher. Die vollständig ausgebildeten Nervenkörper, welche die Hauptmasse der grauen Substanzen in Gehirn und Rückenmark ausmachen, gleichen in Gestalt und Farbe sehr den peripherischen Nervenkörpern, denen sie nur an Festigkeit bei weitem nachstehen. Oft sind sie auch viel heller und grauer. Sie erscheinen rund, länglichrund, eiförmig, nach einer Seite hin zugespitzt (Fig. 45) oder einseitig geschwänzt (Fig. 48), oder mit mehrfachen Fortsätzen versehen, zum Theil mehr geradlinigt begrenzt (Fig. 47), schmal und lang u. dgl mehr. In ihrem Innern enthalten sie wieder einen runden bis länglichrunden Kern und meist ein einfaches, selten ein mehrfaches durch seine Consistenz und seine Saturation mehr auffallendes rundliches, bald einfacheres, bald körniges, oder auch mit einem mittlern Eindrucke versehenes Kernkörperchen. Um den Kern erscheint bisweilen ein mehr oder minder vollständiger heller Ring, selten sogar eine eigene umgebende länglichrunde bis spindelförmige Linie. (Fig 45 a.). Wie bei den peripherischen Nervenkörpern, so existiren auch hier in der Grundmasse oft mehr oder minder deutlich kenntliche Kugelgebilde. Bisweilen bemerkt man auch mehr oder minder deutliche Streifen oder Falten. (Fig. 48). Hat man

[1]) S. den Nervenband der neuen Auflage von Sömmering. Leipzig 1840. 8. S. 89. ff.

den Kern isolirt, so bildet er ein mattes, mit scharfem Randcontoure versehenes, rundliches bis länglichrundes, oft wie es scheint, plattes Gebilde, in welchem sich bisweilen um das Kernkörperchen ein solider Lichtring zeigt. Die Existenz einer sehr feinen Begrenzungshaut läßt sich hier ebenfalls schon theoretisch erwarten. Auch sieht man bei völlig scharf isolirten centralen Nervenkörpern eine helle Begrenzungslinie, die bisweilen von dem körnigen Inhalte der Grundmasse etwas entfernt ist und sich sogar spaltig streifen kann (Fig. 48). Ich weiß jedoch kein Mittel, um sie isolirter vor Augen zu führen. Denn weder Säuren noch Alkalien brachten mir genügende Anschauungen zu Stande. Außerdem dürfte vielleicht noch ein zweites sehr zartes Hüllengebilde, welches dann wahrscheinlich dem in Fig. 39 und 40 gezeichneten Theile aus den peripherischen Ganglien entspricht, existiren. Schon im frischen Zustande nämlich sieht man nicht selten auf der Oberfläche centraler Nervenkörper viele Kerne regelmäßig oder unregelmäßig, jedoch meist in geringerer Menge, als bei den peripherischen Nervenkörpern zerstreut. Genauere Begriffe über diese Verhältnisse habe ich mir bis jetzt nicht verschaffen können. Jedenfalls erhellt aber so viel, daß die Scheiden- und Hüllenbildung wie in dem centralen Nervensysteme überhaupt, so bei den centralen Nervenkörpern fast auf Null reducirt ist. Dazu kommt dann noch die größere Weichheit und Zähigkeit, welche die centralen Nervenkörper charakterisirt. Diese liegen nun in der grauen Substanz möglichst dicht neben einander, füllen hierbei entweder die Maschenräume der Primitivfasergeflechte aus oder lassen einzelne oder wenige Primitivfasern gleichsam zwischen sich hindurchwinden und accomodiren sich oft auch wechselseitig in ihren Gestalten. Sind sie in größerer Masse vorhanden oder erscheinen sie in einem Theile allein oder nur mit wenigen mikroskopischen Primitivfasern vermischt abgelagert, so hat die Substanz für das freie Auge eine graue bis grauröthliche Färbung. Durch Füllung der reichlichen das centrale Nervensystem und vorzüglich die graue Substanz durchsetzenden Blutgefäße mit Blut wird natürlich die röthliche Farbe erhöht. Bei einer gewissen Vertheilung reichlicher mikroskopischer Primitivfasergeflechte erzeugt sich für das freie Auge die gelbe Coloration der sogenannten gelben Substanz. Das Blaßgraue der spongiösen Substanz entsteht theils durch geringern Reichthum bis völligen Mangel der Nervenfasern (und Verminderung der Blutgefäße?), theils dadurch, daß hier die Nervenkörper meist einen blassern, weniger saturirt körnigen, obgleich immer noch mit Körnchen versehenen, grauen Inhalt besitzen. Hier finden sich dann oft sehr große Nervenkörper, die zum Theil schon mit freiem Auge kenntlich werden können. Die schwarze Färbung wird durch die Anwesenheit von Pigment bedingt.

Außer den eben geschilderten größeren, gewöhnlichen Nervenkörpern sehen wir noch an einzelnen Stellen unvollendetere oder vielleicht selbst abweichendere Formen auftreten. Vielleicht, daß auch zu den größeren Nervenkörpern mehr oder minder Uebergänge existiren. Bisweilen z. B. an Stellen, wo die graue Substanz nur als Anflug vorhanden ist, begegnet man Nervenkörpern, bei welchen der Kern von einer nur sehr engen Zelle umgeben wird. Solche nahe neben einander liegende Kernbildungen erzeugen wahrscheinlich die bei dem Liegen an der Luft rostfarben werdende Substanz des kleinen Gehirnes. Bisweilen z. B. an der mittlern, vordern durchbrochenen Substanz liegen die eigenthümlichen Nuclei so dicht bei einander, daß man an einzelnen Stellen oft keine umgebenden Zellenbildungen erkennt. Umgekehrt gewahrt man in den Hemisphären des kleinen Ge-

hirnes des Menschen Nuclei, welche von zweifachen oder gar dreifachen Zellen umgeben werden u. dgl. mehr. Ueber die beiden Substanzen des Hirnanhanges s. Sömmerings Nervenlehre 1840 8. S. 254 — 255.

Obwohl die größere Zartheit mit allen ihren geschilderten Folgen fast überall in dem centralen Nervensysteme vorkommt, so zeigen sich doch einzelne hier noch zu erwähnende Ausnahmen. Schon in dem kleinen Gehirn und den grauen Erhabenheiten des verlängerten Markes des Menschen begegnen wir häufig Nervenkörpern, welche an Isolation und zum Theil an Dichtheit den peripherischen Nervenkörpern wenig nachgeben. Von den großen und festen Nervenkörpern in den elektrischen Lappen der Zitterrochen wurde schon in dem Artikel Elektricität gehandelt. Ein sehr eigenthümliches Verhältniß, das leider bis jetzt nur an Weingeisterexemplaren untersucht worden ist, bieten der Proteus und der Axolotl, und wahrscheinlich Perennibranchiaten überhaupt, dar. Untersuchen wir nämlich ein Fragment der grauen oder gemischten Substanz des Gehirnes und des Rückenmarkes, so sehen wir, daß die ganze Masse aus solchen rundlichen bis länglichrunden Körpern, wie sie aus den Großhirnhemisphären von Proteus anguinus Fig. 49 gezeichnet worden, besteht. Diese Gebilde liegen dicht gehäuft und haben fast überall eine helle durchsichtige, mit Kernen oder Spindeln versehene Membran an und zwischen sich, ja diese scheint sogar bisweilen fortsatzartig von ihnen abzugehen. An einzelnen Stellen erkennt man auch die veränderten Nervenprimitivfasern. Bei ihrer bedeutenden Menge und ihrem gleich reichlichen Vorkommen an allen Theilen des centralen Nervensystemes können sie nicht für veränderte Blutkörperchen, die bekanntlich bei diesen Thieren sehr groß sind, angesehen, sondern müssen mit größter Wahrscheinlichkeit als Nervenkörpergebilde angesprochen werden. Ihre näheren Verhältnisse dürften sich durch Untersuchung frischer Thiere am besten aufhellen lassen.

Endlich haben wir noch zum Schlusse dieser allgemeinen Betrachtung der Elemente des centralen Nervensystemes der erwachsenen Wirbelthiere noch einige Theile, die unter besonderen Verhältnissen vorzüglich im Rückenmarke existiren, zu erwähnen. Hierher gehören vielleicht die blassen, mit Kernen besetzten, durch Wasser veränderlichen Fasern an der aus den gewöhnlichen Elementen bestehenden gallertigen Substanz des Endtheiles des Rückenmarkes und sicherer die hellen Kugeln in dem Sinus rhomboidalis sacralis der Vögel, so wie die eigenthümlichen Fasern, welche die riemenartige Elasticität und wahrscheinlich auch die bandartige Spaltung der Rückenmarke von Petromyzon und Chimaera u. a. Fischen hervorrufen.

Bei den wirbellosen Thieren treten ebenfalls Nervenprimitivfasern und Nervenköper als die beiden Grundelemente auf. Allein gleichwie ihr centrales Nervensystem aus keiner Gehirn- und Rückenmarksmasse, sondern aus Gruppirungen von Ganglien, welche den peripherischen Knoten der Wirbelthiere analoger erscheinen, und von Nervensträngen hergestellt wird, so zeigen sich bei ihnen nur Nervenkörper und Primitivfasern, welche mehr den analogen Elementen des peripherischen Nervensystemes der höheren Geschöpfe entsprechen. Die Primitivfasern verlaufen eben so isolirt, erscheinen nicht selten in demselben Nerven von sehr verschiedenen Breitendurchmessern, zeigen sich unter Wasser manches Mal an den Rändern wie gezähnelt, schlängeln sich ebenfalls leicht und bestehen auch aus Begrenzungshaut und Inhalt, welcher letztere zwar ebenfalls ölig, doch oft blasser ist, weniger durch Wasser gerinnt und minder bestimmt die innere seitliche Randlinie darbietet (Krebs). Die Ganglienkugeln haben die analogen Bestandtheile,

wie die der Wirbelthiere. Doch scheint die körnige Grundmasse im Allgemeinen flüssiger, als die der meisten peripherischen Nervenkörper der Wirbelthiere zu sein. Denn oft sehen wir sie als eine feinkörnige Substanz schon nach nicht sehr bedeutendem Drucke ausfließen. Der bläschenartige helle Kern schwillt bisweilen in Wasser an und erscheint, wie von Milchglas gefertigt oder gleich einem hellen farblosen Oeltropfen. Solche findet man aber auch bisweilen in der That in der Flüssigkeit, welche einen zerrissenen Knoten umgiebt. Oft lagern sich, wie bei Mollusken, Krystalle in der Nähe der Nervenkörper ab. Absetzung von Pigment an denselben findet sich sehr häufig. Dir Scheidenbildungen scheinen allgemein bedeutend zu sein. Oft sieht man den Inhalt der Nervenfasern wegen der feinfaserigen reichlichen Hülle ohne besondere Isolation an vielen Primitivfasern gar nicht. Die genaueren Hüllenverhältnisse habe ich bis jezt nur bei dem Flußkrebse untersucht. Die Nervenkörper der Ganglien des Schwanztheiles der Bauchkette haben nicht nur ihre eigene Begrenzungshaut, sondern zeigen auch isolirt und besonders mit etwas kaustischem Kali behandelt, häufig eine eigene umgebende Kapsel (Fig. 50), welches Gebilde dem in Fig. 40 gezeichneten Theile der peripherischen Nervenkörper der höheren Thiere zu entsprechen scheint. Auf den Nerven und den Ganglien erkennt man überall sehr große rundliche, bis länglichrunde aufliegende Kerne, wie es Fig. 51 angedeutet worden. An dem Rande einzelner Nerven und Nervenbündel erscheint eine helle Hülle mit einzelnen anliegenden Kernen. Bisweilen streift sich die letztere los und man sieht dann, daß sie aus platten granulirten kernhaltigen Zellen besteht. Bisweilen erkennt man zwischen dieser Hülle und den Nervensträngen ein polyedrisches Gewebe, welches jedoch nur durch gegenseitig einander drückende Oeltropfen bewirkt zu werden schien.

Während so die Ganglien des centralen Nervensystems der Wirbellosen mehr den peripherischen Knoten der Wirbelthiere ihrer Structur nach zu gleichen, sich aber doch durch die größere Flüssigkeit der Grundmasse ihrer Nervenkörper den centralen Belegungskugeln mehr zu nähern scheinen, zeigen sie noch die Eigenthümlichkeit, daß sie kugelige, hemisphärenartigen Commissuren ähnliche Abtheilungen und andere an dem Gehirne höherer Thiere vorkommende Sonderungen darbieten. In dieser Beziehung sind jedoch die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen noch so mangelhaft, daß sich nichts Allgemeines über diese Punkte anführen läßt.

Die Entwicklungsverhältnisse der beiden Grundelemente des Nervengewebes lassen sich leichter und sicherer an dem centralen Nervensysteme, als an dem peripherischen studiren. In dieser Beziehung eignen sich vor Allem die Früchte der Säugethiere, vorzüglich der Wiederkäuer, deren Untersuchung vorangehen muß, da sonst Anschauungen, die man aus den Embryonen des Hühnchens und des Frosches erhält, oft kaum verständlich sein würden. In der halbflüssigen blassen Masse des Gehirnes junger Wiederkäuerembryonen sieht man sehr zarte, oft schon durch die Einwirkung des Wassers sogleich mit einem Rucke berstende, wasserhelle Zellen mit soliden, röthlichen, bisweilen den Blutkörperchen sehr ähnlichen, einfachen, seltener mehrfachen, rundlichen, selten mehr spindelförmigen Zellen, die zuerst durch Zwischenräume des als helle, einfache Intercellularsubstanz erscheinenden Blastemes von einander getrennt werden. In dieser letztern erkennt man dann eine feinkörnige Substanz, die sich um diese Zellen herumlegt (Fig. 51). Wenn ich Remak recht verstehe, so bildet sich zuvor um die ersteren Zellen eine neue dünne Zelle, in welcher jene feinkörnige Masse

als Zelleninhalt abgelagert würde. Obgleich diese Ansicht theoretisch sehr viel Wahrscheinliches hat, so muß ich doch frei bekennen, daß ich bis jetzt bei Vögeln und Fröschen (hinreichend junge, ganz frische Wiederkäuerembryone hatte ich unterdeß zu untersuchen keine Gelegenheit), diese Membran und überhaupt eine bestimmte Begrenzung dieser körnigen Grundmasse zu sehen keine Gelegenheit hatte. Nur bei Froschlarven, deren vordere Extremitäten noch nicht hervorgebrochen waren, zeigten sich in dem halbirten Gehirn bisweilen Anschauungen, wie sie Fig. 52 dargestellt worden, daß man nämlich am Rande des Präparates eine größere körnige Kugel und im Innern der feinkörnigen Masse neben den durchscheinenden Kernen die Contouren größerer Kugeln bisweilen wahrnahm. Oft sieht man, wenn schon die feinkörnige Substanz reichlich abgelagert ist, die durchscheinenden Nuclei, welche bei dem Hühnchen und dem Frosche dichter zu sein scheinen, ziemlich nahe, ja an einzelnen Stellen ganz dicht bei einander liegen. Wo dieses im ganz frischen Zustande entweder unkenntlich oder wenigstens auf keine genügende Weise klar ist, kann man es deutlicher zur Anschauung bringen, sobald man das Präparat eintrocknen läßt. Es dürfte daher anzunehmen sein, daß in dem primären gallertigen bis flüssigern, durchsichtigen Blastem Nervenzellen mit soliden scharfen Nucleis entstehen und daß sich dann vermuthlich um diese eine neue Zelle, welche die künftige Grundmasse des Nervenkörpers als Zelleninhalt enthält, bildet. Die ursprüngliche Nervenzelle tritt hierdurch in die Bedeutung eines Nucleus zurück. Ich habe die Präexistenz der umgebenden Zellmembran trotz meiner bis jetzt noch negativen Erfahrungen deshalb in die theoretische Vorstellung aufgenommen, weil man z. B. gerade an den Hirnhäuten des Frosches bei der Bildung der Pigmentzellen, deren Molecule entschieden als Zelleninhalt erscheinen, die Zellenmembran ebenfalls oft nicht deutlich nachweisen kann. Hiernach wären die Nervenkörper secundäre Umlagerungszellen, deren ursprüngliche Zellen die späteren Nuclei sind, während ihr Nucleus dem spätern Nucleolus entspräche, deren Begrenzungshaut die Bedeutung der Wandung und deren körnige Grundmasse die des Inhaltes der Umlagerungszelle hätte. Dieses stimmt auch mit dem, was oben über die Wirkung des kaustischen Kali auf die peripherischen Nervenkörper der Wirbelthiere und des bloßen Druckes auf die Ganglienkugeln des Bauchstranges des Krebses dargestellt worden. Allein auch eine endogene Zellenbildung scheint den Nervenkörpern nicht versagt zu sein. Man kann vielleicht schon die Kugeln, welche man oft in der Grundmasse der Nervenkörper wahrnimmt, als endogen entstandene Nuclei ansehen. Bei Gehirnen von Froschlarven und des Hühnchens sah ich oft schon in ihren Contouren bestimmtere Nervenkörper, in welchen eine Menge von Nuclei frei oder von Höfen umgeben zu liegen schienen. Wenn in einem Nervenkörper zwei gesonderte Kernbildungen vorkommen, so läßt sich dieses einerseits als ein Act endogener Zellenbildung ansehen oder anderseits vielleicht richtiger dahin deuten, daß bei der secundären Umlagerung zwei Zellen statt einer in einer Begrenzungshaut eingeschlossen wurden, gleichwie ein Chorion mehre Dotter umgeben kann. Eben so ließe sich auch der Fall, wo zwei Kernkörper durch eine brückenartige Commissur verbunden sind, deuten. Wenn dieser Gegenstand noch fernere Untersuchungen nöthig macht, so bedarf nicht minder die weitere Metamorphose der ursprünglichen Zelle mit ihrer Kernbildung in den späteren Nucleus des Nervenkörpers erneuerter Forschungen. Denn offenbar wird seine Wandung nicht nur fester, sondern die Zelle selbst bisweilen größer gerundet, abgeplattet, oder

auch faſt ſolider als früher, erhält Körperchen u. dgl. mehr. — Was die peripheriſchen Nervenkörper betrifft, ſo iſt es ſchon theoretiſch wahrſcheinlich, daß ihre Entwicklung analog der der centralen vor ſich gehe. In dem Gaſſer'ſchen Knoten ſehr junger Schafembryonen bemerkt man auch einerſeits Kerne und neben mannigfachen Zwiſchenſtufen und zarthäutigen mit Körncheninhalt verſehenen Zellen, anderſeits in ihren Formen ſchon vollendete, nur gleichſam en miniature hergeſtellte kleine Nervenkörper. Da dieſe vorzugsweiſe in ihrer körnigen Grundmaſſe in der Folge wachſen müſſen und nichtsdeſto weniger, wie ich ſchon bei früheren Unterſuchungen bemerkte, beſtimmte Contouren haben, ſo dürfte dieſes als eine neue Stütze für die Anſicht, daß um die ſpäter zum Nucleus werdende primäre Zelle eine vollſtändige ſecundäre Zelle ſich bildet, in welcher ſich immer mehr körniger Zelleninhalt als Grundſubſtanz ablagert, angeſehen werden. Die letztere iſt in den embryonalen peripheriſchen Nervenkörpern feſter, als in den centralen.

Die erſten Entwicklungsmomente der Nervenfaſern ſind noch ſehr dunkel. In dem centralen Nervenſyſteme erſcheinen an Stellen, welche ſpäter reine Markmaſſe enthalten, auch ähnliche, ſelbſt von feiner Körnchenmaſſe umlagerte helle Zellen, wie ſie aus der grauen Subſtanz geſchildert worden. Ob aber die nervöſen Primitivfaſern aus dieſer Grundſubſtanz hervorgehen oder vielleicht erſt ſecundär aus eigenthümlichen Zellenformationen entſtehen, bleibt dahin geſtellt. Anfangs bemerkt man z. B. in der Medulla oblongata 2½'' langer Schafembryonen helle, mit länglichen Kernen verſehene Faſern. Später erſcheinen blaſſe ſtreifige oder mit Körnchen bedeckte bis granulirte Faſergebilde (Fig. 53), die mit Eſſigſäure oder Weinſäure befeuchtet Kerne darbieten (Fig. 54). Kauſtiſches Kali bringt um dieſe Zeit noch keinen durch ſeine Farbe, wie ſpäter ſich beſonders auszeichnenden Nerveninhalt zum Vorſchein. Dieſer tritt erſt ſpäter auf, läßt bisweilen noch helle Nuclei erkennen und zeigt ſich, wenigſtens bei dem Schafe, anfangs gelblicher. Behandelt man embryonale Nerven aus dieſem Stadium mit kauſtiſchem Kali, ſo erhält man auch hier iſolirte mit dem normalen Inhalte gefüllte Primitivfaſern, wie bei Behandlung der Nervi molles mit demſelben Reagens, zur Anſchauung. Bei dem Hühnchen ſchien mir ſogar, als lagere ſich der Inhalt nicht auf einmal, ſondern in ſucceſſiven getrennten Fragmenten, die vielleicht etwas conſiſtenter als ſpäter ſind, ab. Die theoretiſche Vorſtellung dürfte ſich daher dahin concentriren, daß die Nervenfaſern, analog den mit Querſtreifen verſehenen Muskelfaſern, aus logitudinal aufgereihten Zellen, (deren Zwiſchenwände ſpäter ſchwinden?) entſtehen. Es bilden ſich dann granulirte noch Kerne enthaltende Röhren, welche ſtreifig werden oder an denen ſich feine Faſern abſetzen und in welchen ſich der Inhalt wahrſcheinlich in ſucceſſiven Partikeln ablagert und allmälig ſeine ſpätere Beſchaffenheit annimmt, während die Kerne gänzlich verſchwinden. Die oben angeführte durch die Wirkung des kauſtiſchen Kali zu machende Erfahrung beweiſ't, daß auch die Nervenprimitivfaſern ſich nach dem Geſetze der iſolirten Entſtehung bilden. Die Erzeugung der Scheidenformation geht immer auf ſecundärem Wege vor ſich. In den in der Netzhaut verlaufenden Nervenfaſern des Hühnerembryo vom 15ten bis 17ten Tage ſind die Zellgewebefaſern der äußern Hülle ſchon deutlich, ja zum Theil beſtimmter, als im Erwachſenen zu erkennen.

Es iſt noch nicht ſicher feſtgeſtellt, obgleich ſehr wahrſcheinlich, daß die auch in dem Erwachſenen ſtattfindende regenerative Bildung von peripheriſchen Primitivfaſern und peripheriſchen Nervenkörpern nach ähnlichen

Entwicklungsgesetzen, wie im Embryo vor sich gehe. Die Nervenfasern in dem wiedererzeugten Eidechsenschwanze, so wie in regenerirten Stellen des Menschen und der Thiere verhalten sich ganz normal. Ist ein Stück aus einem peripherischen Nerven ausgeschnitten worden, so geht (bei Kaninchen) der Wiedererzeugungsproceß auf folgendem Wege vor sich. Es entsteht eine aus Körnchen und oft etwas mehr gelblichen Exsudatkörperchen bestehende Ausschwitzung, welche die beiden Nervenenden mit einander verbindet. In dieser schießen nun die Primitivfasern so an, daß sie von dem obern und dem untern Durchschnittsende der Nervenfasern als Verlängerungen direct ausgehen. Wenigstens sieht man sie hier im Anfange bestimmter, während sie nach der Mitte hin, wo sie zusammenstoßen, immer zarter werden und hellern Inhalt führen. Haben sie ihre vollständige Ausbildung erlangt, so läßt sich an ihnen selbst das Neue von dem Alten nicht mit Bestimmtheit unterscheiden. Nur in der Umgebung des erstern wuchern zellgewebige Massen so, daß sie einen Knoten in größerm oder geringerm Grade erzeugen. Allein auch dieser kann wahrscheinlich mit der Zeit zur Resorption gebracht werden. Bei einem Hunde wenigstens, dem ich vor 3½ Jahren beide Zungenschlundkopfnerven durchschnitten hatte, fand ich an der Operationsstelle keine Anschwellung, sondern eher eine Einschnürung, von der zellgewebige Narbenfasern zu benachbarten Theilen gingen. Dieser Umstand, daß die Bildung der neuen Primitivfasertheile von den beiden Durchschnittsenden der älteren aus anfängt, bedingt die der Anwendung auf die operative Chirurgie fähige Vorschrift, daß wir die durchschnittenen Nervenstümpfe, vorzüglich der Schmerzlosigkeit wegen den mehr peripherischen, drehen müssen, um die Regeneration zu verhüten. Erfolgt diese nicht, so bilden sich entweder an einem oder an beiden Enden Knollen, oder der Nerve läuft allmälig dünner und platter werdend, feinfadig aus. In größerm Maße noch sehen wir oft diese Knollen an den durchschnittenen Nervenenden von Amputationsstümpfen. Sie bestehen nur aus zellgewebigen Fasern, während in ihnen ganz normale Nervenfasern in großer Menge oft enthalten sind. Erfolgt keine Wiedererzeugung eines peripherischen Nerven, so tritt zugleich eine Rückbildung vieler Fasern, vorzüglich des mehr peripherischen Nerventheiles ein. Der Inhalt verliert zuerst seine Continuität und vergeht später gänzlich. Die Faser erscheint blaß, granulirt, platt und zusammengefallen und schwindet auch gänzlich. Aehnliche Metamorphosen treten seltener und immer in geringerm Grade bei Fasern des obern Nerventheiles und der Nerven der Amputationsstümpfe ein. Auch die peripherischen Nervenkörper sind (bei dem Kaninchen) der Wiedererzeugung fähig. Dagegen scheint in dem centralen Nervensysteme, wie vorzüglich Fälle von geheilter Hirnerweichung darthun dürften, keine Regeneration vorzukommen.

Eine genügende chemische Untersuchung der beiderlei Hauptarten von Substanzen des Nervensystemes fehlt noch durchaus, weil die Chemiker bis jetzt bei ihren Experimenten die anatomischen Verhältnisse gar nicht berücksichtigt, und nur die aus verschiedenen Massen bestehenden Gehirne im Ganzen analysirt haben. Daß hierbei keine für die Physiologie brauchbaren Resultate herauskommen können, versteht sich von selbst. Eben so höchst problematisch bleibt die Angabe, daß die Hirnmasse stickstoffhaltige Fette besitzen soll, da dieses Ergebniß einerseits von der oben berührten Mischung verschiedener Substanzen, anderseits davon herrühren kann, daß vielleicht in dem öligen Nerveninhalte ein Fett mit einem stickstoffhaltigen Körper verbunden ist.

Nach den bis jetzt bekannten physiologischen Erfahrungen bilden höchst wahrscheinlicher Weise die Nervenfasern die Leiter, die Nervenkörper die Erreger des Nervenprincips, welches sich in seiner centrifugalen Richtung in den peripherischen Organtheilen, in seiner centripetalen Direction in den centralen Nervenkörpern individualisirt. Wenn die Leitung dieses Agens in den peripherischen Nervenfasern durchaus isolirt vor sich geht, während in dem Centrum eine Mittheilung von einer Faser zur andern Statt zu finden vermag, so kann dieses in zwei combinirten Verhältnissen seinen Grund haben. 1. Die stärkere Scheidenbildung der peripherischen Primitivfasern wirkt isolirend; und 2. die in dem Centrum den Nervenfasern mehr beigelegten Nervenkörper bedingen das Ueberspringen, welches noch bei einem Minimum von grauer Substanz möglich ist. Spricht man von einer Isolationskraft der Hüllen der peripherischen Primitivfasern, so müßte vorzugsweise das zellgewebige Neurilem gemeint sein, oder es müßte die zartere Beschaffenheit der anderen Hüllen bei den centralen Fasern verbunden mit der etwas geringern Consistenz des Inhalts die Differenz bedingen. Wahrscheinlicher Weise wirken beide Verhältnisse zugleich, während die Nervenkörper noch die Function haben, das Ueberspringen zu reguliren und nach bestimmten Principien zu leiten. Wie sich in dieser Beziehung die peripherischen Nervenkörper verhalten, ist noch nicht sicher festgestellt. Denn obgleich sehr viele theoretische Gründe dafür sprechen, daß auch durch sie ein Ueberspringen der Leitung stattfinden könne, so haben wir wenigstens meiner Ueberzeugung nach bis jetzt noch keinen, die Mittheilung definitiv beweisenden Versuch. Die übrigen feineren Details des Nervenbaues, so wie die Bedeutung und der Nutzen der Endschlingen, der verschiedenen Gestalten der Nervenkörper sind uns ihrer physiologischen Bedeutung nach noch durchaus räthselhaft.

Anhang.

Nervöse Apparate der Sinnesorgane.

Bei dem Tastorgane verbreiten sich die Nervenfasern der sensiblen Nerven der Haut in den Tastwärzchen mit ihren Endplexus und ihren Endschlingen, die E. Burdach bei dem Frosche nach Behandlung mit Essigsäure und Gerber mittelst seiner Methode, die Haut zu kochen und dann durch Terpentinöl durchsichtig zu machen, beobachtet hat. Wie wir weiter unten sehen werden, kann man sie auch hier, wie an inneren Häuten an feinen Doppelschnitten, durch kaustisches Kali sichtbar machen. Auch in der Zunge finden sich Endplexus mit Endschlingen oft mehrfach bei einander gelagerter Primitivfasern. An beiden Stellen sind bis jetzt noch keine ferneren Gebilde, als die Nervenfasern mit Sicherheit beobachtet worden. An den Plexus des Riechkolben sahen früher zum Theil Ehrenberg, so wie Purkinje und ich große Kugeln, deren Bedeutung noch dahin gestellt sein muß. Neben den Geflechten und den sehr deutlichen Endschlingen in dem innern Gehörorgane des Frosches, der Vögel und der Säugethiere, nicht aber in denselben beobachtet man gekernte Kugeln, welche vielleicht schon ächte Nervenkörper sind. Wie wir aber bei dem Auge allein eine selbstständige sensuelle Nervenmembran haben, so finden wir auch in dieser, der Netzhaut, eine Complication, wie sie bei keinem andern Sinnesorgane vorkommt. Trotz des mannigfachen Widerspruches, den ich erfahren habe, kann ich selbst nach Untersuchungen, die ich behuf dieses Artikels wieder vorgenommen, nicht da-

von abgehen, in der Retina des Menschen und der höheren Thiere die schon früher statuirten vier verschiedenen, mehr oder minder schichtweise gelagerten Grundelemente anzunehmen. 1. Die Jacob'sche Membran oder die Stäbchen- oder die Wärzchenschicht bildet die äußerste der Choroidea zunächst zu findende Lage, und besteht aus Stäbchen, welche von der übrigen Netzhaut gegen die Choroidea hin gestellt sind und nach der Entdeckung von Hannover in zwei verschiedene Gebilde, die Stäbe und die Zwillingszapfen zerfallen. Diese Elemente sind im Allgemeinen bei den Fischen und den Reptilien größer und härter oder vielmehr straffer, als bei den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen, legen sich aber bei allen bis jetzt untersuchten Wirbelthieren leicht um, kommen so in Unordnung, oder lösen sich gar ab und werden durch Wasser sehr bald und in Verhältniß zur Einwirkung des Wassers durch Essigsäure und Weinsteinsäure weniger verändert. Selbst die eigenen Flüssigkeiten des ganz frischen Auges, so wie der geringste Grad der Fäulniß kann zerstörend einwirken, daher es hier, (wie bei den übrigen Elementen der Netzhaut) vorzüglich bei warmblütigen Geschöpfen durchaus nothwendig ist, daß man zu den Grundbeobachtungen Präparate eben getödteter Thiere auswählt. Die Stäbchen sind bei Fischen cylindrisch bis sechsseitig, haben ein inneres quer abgeschnittenes Ende und zeigen nach außen eine abgerundete Spitze oder bieten an dem Ende auch einen feinen Faden dar. Bei den Fröschen und Tritonen haben die steifen Stäbe ähnliche Gestalten, zeigen bisweilen bei den ersteren feine geradlinigte und einander mehr oder minder parallele Längenstreifen und theils ganz frisch, theils etwas später hellere oder dunkelere, ganz oder zum Theil durchgehende Querlinien. An diesen brechen sie auch oft vom Rande aus ein, so daß man von der Seite eine dreieckige, mit ihrer Basis gegen den Seitenrand, mit ihrer Spitze nach innen gekehrte Lücke sieht. Endlich brechen sie ganz durch und zeigen entweder quere gerade Bruchflächen oder niedere odere längere Quadern. Einzelne erscheinen auch an den Seiten stellenweise wie angefressen. Alle diese Veränderungen sind natürlicher Weise nur secundär. Durch Wasser brechen sie leicht aus einander, schwellen an, krümmen sich u. dgl. mehr. Auch die zarteren und weicheren Stäbchen der Vögel zeigen noch solche Querlinien, brechen aber weniger, als sie sich durch Wasser verändern. Die delicateren und kleineren schwellen unter diesen Verhältnissen leicht an einem Ende knopfförmig an, so daß endlich das Knöpfchen wie ein Ring mit hellerm runden Centraltheile und dunkelerm Rande erscheint, werden rosenkranzförmig, biegen sich, rollen sich ein u. dgl. mehr. Die Zwillingszapfen, welche dem Menschen und den vier Wirbelthierklassen, so weit sie bis jetzt untersucht sind, zukommen, richten sich im Allgemeinen nach der Ausbildung der Stäbchen und sind daher bei Fischen vor allen sehr deutlich. Sie sind bald breitere (Fische), bald etwas kleinere (Säugethiere) Doppelkörper, welche leicht einsinken, im Centrum stehen und von concentrischen Reihen von Stäben wie die Achse eines Kronleuchters von den Lichtern umgeben werden. Da diese Zwillingszapfen mit ihren Stäbchen regulär neben einander gestellt sind, so entsteht, wenn sie sich aus ihrer naturgemäßen pallisadenartigen Position begeben, oder umfallen, ein sehr reguläres streifiges Aussehen. Bald zeigen sich dann die Striche gleich den Haaren eines regulär gekämmten Pelzes, bald erscheinen wirbelartige Figuren, bald nach entgegengesetzten Seiten gerichtete Pallisadenlinien u. dgl. mehr. Oft haften an den gegen die Choroidea hin gerichteten freieren Endtheilen der Stäbchen Oeltröpfchen, die man bei Albinokaninchen und Vögeln

am leichteſten ſieht, die bisweilen gefärbt ſind, und dann, wie bei vielen Vögeln, an den Zwillingszapfen und den einfachen Stäben verſchieden erſcheinen. 2. Die Primitivfaſerausbreitung des Sehnerven. Sobald die Faſern des N. opticus, der ſich oft ſchon vor oder bei ſeinem Eintritte in den Augapfel mehr oder minder deutlich dichotomiſch ſondert, in die Netzhaut einſtrahlen, begeben ſie ſich nach Geſetzen einer oft deutlich regulären Vertheilung nach vorn, bilden hierbei Plexus, die bei dem Kaninchen z. B. (Fig. 56) am meiſten auffallend, jedoch auch entſchieden bei dem Menſchen vorhanden ſind und werden immer zarter, je weiter ſie nach vorn gelangen. Dieſen in der Retina verlaufenden Nervenprimitivfaſern fehlt ihre zellgewebige Scheide nicht nur nicht, ſondern ſie iſt verhältnißmäßig ſo bedeutend, daß in der Regel der Inhalt der Nervenfaſern durch ſie bedeckt wird. Nur durch die Weichheit und das hellgraue Anſehen der longitudinal verlaufenden Zellgewebefäden wurde es wahrſcheinlich bedingt, daß einzelne Forſcher dieſe Scheidenbildung leugneten oder behaupteten, daß die in der Netzhaut verlaufenden Primitivfaſern faſt eben ſo zarte Hüllen als die centralen Primitivfaſern hätten. In der menſchlichen Retina zeigen ſich oft dieſe Nervenfaſerhüllen ſo vorherrſchend, daß man nur plexusartige Zellgewebebündel vor Augen zu haben glaubt. Bei dem Hühnerembryo vom 14ten bis 17ten Tage der Bebrütung erſcheinen an den breiten bandartigen Nervenfaſergebilden die longitudinalen zellgewebigen Hüllenfäden ſchon auf eine ausnehmend deutliche Weiſe. 3. Die Nervenkörper oder Ganglienkugeln der Netzhaut bilden den ſenſibelſten Theil derſelben und ſind daher mannigfachen Mißverſtändniſſen ausgeſetzt geweſen. Sie liegen an der Primitivfaſerſchicht in dem Raume zwiſchen der innern Körnchenſchicht und der Jacob'ſchen Membran und ſcheinen in Lage und Ausbreitung bei verſchiedenen Thieren zu wechſeln. Um ſie im Zuſammenhange zu ſehen, muß man Fragmente der Netzhaut eines noch warmen, eben getödteten Thieres ohne Befeuchtung und ohne Anwendung ſelbſt des leiſeſten Druckes unter ſtärkeren Vergrößerungen unterſuchen. Selbſt dann aber iſt es nöthig, daß man die Beobachtung bei einzelnen Thieren beſchleunige. Bei der Henne z. B. ereignet es ſich oft, daß man ſelbſt bei Anwendung der erwähnten Vorſichtsmaßregeln ſchon in der erſten Zeit der mikroſkopiſchen Beobachtung die Nervenkörper wie Seifenblaſen platzen ſieht und daß dann ihre umſchließende Membran unkenntlich wird, während ihr feinkörniger Inhalt und ihre Kerne zurückbleiben. Ich wüßte kein Geſchöpf, in deſſen Netzhaut ſie ſich vollſtändig in ihrem Zuſammenhange und ihrer Ausbreitung erhielten, ſobald der geringſte Grad von Fäulniß eintritt oder eine Quantität Waſſer beigefügt wird. Selbſt die eigenen Flüſſigkeiten des Auges wirken zerſtörend, und daher ſind nur mehre Stunden alte Netzhäute für Unterſuchungen der Art minder tauglich. Dagegen kann man die Lage der Nervenkörper ungefähr aus der Stellung der Kerne nicht ſelten erſchließen. Bei einzelnen Thiere bleiben einzelne Nervenkörper und widerſtehen ſelbſt der Einwirkung des Waſſers kürzere oder längere Zeit. Daher man durch Abſpülen der Netzhaut mit der Spritzflaſche bisweilen noch einzelne iſolirte Nervenkörper zu Geſicht erhält. In dieſer Beziehung kann ich zur erſten Unterſuchung die friſche Netzhaut des Pferdes empfehlen. Die Nervenkörper ſind meiſt rundlich und haben eine Umſchließungshaut, einen feinkörnigen Inhalt, und einen meiſt rundlichen Kern mit Kernkörperchen. Sind ihre Wandungen geplatzt, ſo bildet der in einer hellen durchſichtigen, wie es ſcheint, etwas gelatinöſen Flüſſigkeit ſuspendirte, feinkörnige, frühere Zelleninhalt eine

blaßgraue feingranulirte Masse, in welcher die einzelnen Nuclei liegen. Diese Lage erinnert dann durch ihr Aussehen an graue Gehirnsubstanz, vorzüglich desjenigen embryonalen Stadium, bei welchem die Kerne überall von feinkörniger Grundmasse umgeben und zum Theil verdeckt werden. Gerade dann darf man sich aber durch ein anderes Aussehen nicht täuschen lassen. An dem Rande von Netzhautfragmenten treten nämlich, wenn sie mit Wasser befeuchtet werden oder die Augenflüssigkeiten selbst auf sie einwirken, helle milchglasähnliche bis matt weißgraue Kugeln hervor (Fig. 55 *c*, Fig. 66 *c d e*), oder rollen in der umgebenden Flüssigkeit herum. Manche von ihnen sehen Oeltropfen auf das Täuschendste ähnlich. Andere enthalten einen oder zwei kleinere rundliche Körperchen. Noch andere zeigen vollständige Kernbildungen. Henle, welcher diese Theile ebenfalls beobachtet hat, erklärt sie für Oeltropfen des aus den Primitivfasern hervortretenden Nerveninhaltes. Allein dann müßte dieser in den Nervenfasern der Netzhaut durchaus eigenthümlich sein, da die Oeltropfen des gewöhnlichen Nerveninhaltes ein ganz anderes Aussehen, dunkele Ränder u. dgl. darbieten. Obgleich man in den Nervenfasern des innern Gehörorganes den gewöhnlichen Inhalt leicht erkennt, so sieht man an ganz frischen Präparaten, noch ehe dieser irgend bedeutend verändert ist, ganz ähnliche Kugeln. Dazu kommt noch, daß auf diese Art die eigenthümlichen Körperchen und die Kernbildungen unerklärlich sein würden. Schon die freilich etwas entfernte Aehnlichkeit mit den aus den Flimmermembranen hervortretenden milchglasähnlichen Kernen (s. d. Art. Flimmerbewegung) dürfte hier auf die, meiner Ueberzeugung nach, richtigere Spur leiten, daß jene Gebilde durch Wasser veränderte Nuclei sind. Dieses wird noch dadurch bekräftigt, daß, wenn man Gehirnsubstanz des Embryo in dem oben erwähnten Entwicklungsstadium mit Wasser befeuchtet, oft ganz ähnliche Kugeln in sämmtlichen geschilderten Modificationen deutlich werden. Abgesehen von dem noch bestreitbaren Grunde, daß die genannten Ganglienkugeln, da sie in einer nervösen Membran vorkommen, Nervenkörper sein müssen, glaube ich, daß vorzugsweise das vergleichende Studium dieser Theile und der embryonalen Bildung der grauen Gehirnmasse diese Deutung unterstützte. Mit Epithelialzellen, welchen sie Henle parallel stellt, haben sie keine mir einleuchtende Aehnlichkeit, (es sei denn, daß man sich speciell auf die Körper, wie sie im Gehörorgane vorkommen, beziehen wollte). 4. Die innere Körnchenschicht, welche die meisten Anfechtungen erlitten hat und noch in neuester Zeit entweder gänzlich in Abrede gestellt (Pappenheim) oder für eine Lage jüngerer Nervenkörper erklärt worden ist (Henle), erscheint mir auch meinen in neuester Zeit abermals wiederholten Untersuchungen nach als eine eigene an der innern Oberfläche der Netzhaut befindliche Lage. Sie bietet mancherlei wesentliche Verschiedenheiten selbst bei verwandteren Geschöpfen dar. Breiten wir ein Stückchen menschlicher Retina so aus, daß ihre innere Oberfläche nach oben liegt und stellen auf diese den Focus des Mikroskopes ein, so gewahren wir eine Menge distant von einander liegender Körperchen, welche auf den ersten Blick Blutkörperchen sehr ähnlich sehen und durch eine helle Masse von einander getrennt werden. Ich bin auch individuell überzeugt, daß diese Aehnlichkeit mit Blutkörperchen dazu beigetragen hat, daß diese Schicht bei dem Menschen geleugnet worden, indem man wahrscheinlich die Capillarausbreitung der Centralgefäße der Netzhaut vor sich zu haben glaubte. Schon früher bemerkte ich, daß diese isolirten Körperchen wahrscheinlich immer in hellen Zellen eingeschlossen seien, und daß ich dieses bei

dem Kinde bestimmt gesehen habe. In neuester Zeit erhielt ich durch Behandlung von Retinafragmenten eines 18jährigen Jünglings mit Essigsäure eine Anschauung, wie sie Fig. 68 gezeichnet worden, d. h. ich sah helle Zellen, in welchen sich die dann nach Einwirkung dieses Reagens bisweilen mehrfach erscheinenden, sich spaltenden Kerne befanden. Bei dem Kaninchen dagegen erscheint die innere Körnchenschicht, so wie sie in Fig. 55 *a* gezeichnet worden. Bei Fröschen, Tritonen und anderen Thieren ist sie so zart, daß man sie erst bei Uebung im Auffinden dieser Theile bestimmt erkennt. Vorzüglich die bald zu erwähnenden Verhältnisse der Entwicklung der Netzhaut, so wie einige den Erwachsenen betreffende Punkte halten mich ab, die Zellen der innern Körnchenschicht mit Wahrscheinlichkeit, geschweige denn mit Gewißheit, für jüngere Ganglienkugeln zu halten. Für diese Deutung ließe sich folgendes Räsonnement anführen. Wie bei den Wiederkäuern die jüngsten Gehirnzellen als helle Zellen, welche einen blutkörperchenartigen Kern enthalten, beobachtet worden sind, wie sich eine ähnliche Form der Kernbildungen nach Behandlung des malpighi'schen Schleimes mit Essigsäure einstellt, so ließen sich die mit schmalen Zellen umgebenen Kerne als jüngste Nervenkörper deuten. Wenn sich aber die embryonalen Nervenzellen der Wiederkäuer durch große Sensibilität gegen Reagentien auszeichnen, so ließe sich dagegen anführen, daß auch bei späteren Stadien der Entwicklung der Hirnmasse Zellenbildungen, die sonst nicht kenntlich sind, durch Essigsäure, Weinsteinsäure u. dgl. sichtbar gemacht werden. Schon hiernach müßte daher angenommen werden, daß bei dem Menschen die Kerne Formen früherer Stadien, die umgebenden Zellen Verhältnisse einer spätern Entwicklung zeigen. Nach dieser Ansicht ließe sich aber auch nicht einsehen, weshalb in dem Ciliartheile der Netzhaut bloß jüngere Entwicklungsstufen der Nervenkörper vorhanden sein sollten, während sich dieses bei der andern Ansicht, wie sogleich erhellen wird, leichter erörtern läßt. — Sehr schwer zu beurtheilen ist es endlich, ob noch in der Netzhaut glashelle einfache Massen als sogenannte Intercellularsubstanz vorkommen. Nach dem Platzen der Zellen der Nervenkörper stellt sich natürlich der Inhalt mit Ausnahme der Kerne und der feinen Körnchen in dieser Form dar. Allein daß dann die Beobachtung einer solchen Bindemasse für den frischen Zustand keine Bedeutung habe, versteht sich von selbst. Da aber die Nervenkörper sich meistentheils nicht gegenseitig polyedrisch abplatten, so dürfte dieses ein wahrscheinlicherer Grund für die Annahme sein, daß bei dem Zusammenhange der Mittellagen der Netzhaut in den Intercellularräumen eine helle einförmige Intercellularsubstanz existirt. Eine solche soll auch nach Henle zwischen den Stäbchen der Jacob'schen Membran wahrgenommen werden.

Bietet schon die Untersuchung der Netzhaut des Erwachsenen so viele Schwierigkeiten und Streitpunkte dar, so dürften ihre Entwicklungsmomente noch dunkeler sein. Theoretisch scheint mir folgende Vorstellung die richtigste, obgleich ich frei bekennen muß, daß ich sie noch nicht gänzlich mit Thatsachen belegen kann. Wir wissen, daß in früher Embryonalzeit der Augapfel eine hohle Blase, welche durch den ebenfalls hohlen Sehnerven mit dem hohlen Hirne communicirt, bildet. Wie im Hirne die Ventricularräume durch Präcipitation der Kerne und Erzeugung der Nervenzellen allmälig verengt werden, so entsteht auch im Augapfel eine aus Zellen zusammengesetzte Retinablase, wie wir sie permanent bei manchen Anneliden, z. B. bei Nereis pulsatoria nach Rathke sehen. Stülpt sich nun die äußere Oberfläche des Bulbus mit ihrem Hautüberzuge ein, um die Linsenkapsel mit der

Linſe hervorzubringen und hinter ſich den Glaskörper als einen zuerſt ſchmalen glasartigen Streifen entſtehen zu laſſen, ſo muß dann auch die Retinablaſe in ſich zurückgeſtülpt werden und zuerſt zwiſchen ihrem äußern und ihrem eingeſtülpten Blatte eine Höhlung enthalten, ungefähr ähnlich der mit Hydroperione gefüllten Höhle zwiſchen der wahren und der umgeſchlagenen hinfälligen Haut des menſchlichen Eies. In jenem Höhlenraume entſtänden oder vermehrten ſich dann die Nervenzellen der Primitivfaſern und der Nervenkörper der Netzhaut, während die äußere Lamelle zur Jacob'ſchen Membran, die innere zur innern Körnchenſchicht der Retina würde. Für eine ſolche Einſtülpung ſpricht die verhältnißmäßig ſehr bedeutende Dicke der Retina bei friſchen und vorzüglich bei jungen Embryonen, welche in Weingeiſt aufbewahrt werden, ſo wie die ſchon von Wedemeyer gemachte Beobachtung einer embryonalen Höhlung der Netzhaut. Für den gegenſeitigen Uebergang der Jacob'ſchen Haut und der innern Körnchenſchicht, trotz ihrer verſchiedenen Theile und Geſtalten im Erwachſenen, ſprechen die Verhältniſſe des Ciliartheiles der Netzhaut, ſo wie embryologiſche Studien. Bei ſehr jungen Hühner- und Schafembryonen erſcheinen die innere Körnchenſchicht und die Jacob'ſche Membran, ſelbſt wenn ſchon die Mittelſchicht in reger Ausbildung begriffen iſt, einander ſehr ähnlich, da die Stäbchen zuerſt als rundliche Körper auftreten, welche ſich allmälig zu Wärzchen erheben und dann zu Stäbchen verlängern. Vielleicht hat auch die feine durchſichtige Hülle, welche man bisweilen an ihnen ſieht, die Bedeutung einer urſprünglichen Zellmembran, während ſie, gleich den Körnchen der innern Körnchenſchicht Nucleis entſprechen. Denn auffallend bleibt immer ihr Verhalten gegen Eſſig- und Weinſäure, während ſie durch Waſſer ſo leicht afficirt werden.

10) Muskelgewebe.

Alle Faſern des thieriſchen Körpers, welche das Vermögen haben, ſich in Folge ſie treffender Reize zuſammenzuziehen, heißen muskulöſe. Mit dem Namen der Muskelfaſern werden aber zwei ihrer Form, Größe, Entſtehung und zum Theil ihren phyſiologiſchen Eigenſchaften nach verſchiedene Faſerarten, deren Contraction von eigenen motoriſchen Nervenfaſern geleitet wird, bezeichnet. Die eine Klaſſe derſelben heißt die der quergeſtreiften Faſern, weil ſich ihre Oberfläche durch Querſtreifen, welche meiſtentheils wahrgenommen werden und durch eine deutliche Zuſammenſetzung aus Fäden auszeichnet. Im Gegenſatze zu ihr nennt man die Klaſſe der ſchmaleren und aus keinen iſolirten Fäden beſtehenden Muskelfaſern die der einfachen. Wir werden zuerſt die anatomiſchen, und ſo weit ſie bekannt ſind und hierher gehören, die chemiſchen Verhältniſſe dieſer beiden Klaſſen von Muskelfaſern betrachten, dann die muskulöſen Faſern durchgehen und hierauf die Verbreitungsbezirke dieſer verſchiedenen Faſerarten in der Thierwelt im Allgemeinen erörtern.

a. Zuſammengeſetzte oder quergeſtreifte Muskelfaſern.

Sie bilden meiſtentheils einen Beſtandtheil der rothen Muskeln des Menſchen, der Säugethiere, der Vögel und zum Theil der Reptilien, und erſcheinen dann ſelbſt durch einen ſie durchdringenden Farbeſtoff roth gefärbt. Daß dieſer jedoch auch mangeln könne, ohne daß die übrigen weſentlichen Eigenſchaften der quergeſtreiften Muskelfaſern verloren gehen, lehren die

niederen Reptilien, die Fische (bei welchen sich bisweilen die rothe Färbung an einzelnen Kopf- und Schlundmuskeln ausnahmsweise zeigt, oder bei denen sie sich in anderen Fällen in Folge der Fäulniß nachträglich einstellen kann), die Crustaceen, die Arachniden, die Cirrhipoden, u. dgl. mehr. Jede quergestreifte Muskelfaser bildet einen langen cylindrischen, bisweilen auch etwas prismatischen Körper, dessen Breite im Allgemeinen ungefähr von 0,007‴ bis 0,032‴ schwanken kann, der selbst aus längslaufenden Fäden, den Muskelfäden besteht, und meistentheils, jedoch nicht immer oder in seiner ganzen Ausdehnung Querstreifen erzeugende Linien darbietet. Diese gehen im Allgemeinen scheinbar um die Muskelfaser herum, verlaufen hierbei sehr selten ganz quer, sondern einfach schief oder schwach wellig gebogen oder besonders bei Muskelfasern der Fische, der Insecten, der Cirrhipoden, welche in Weingeist aufbewahrt worden, auf eine zierliche Art mehr oder minder in queren oder schiefen Zickzacklinien. Im frischen Zustande und wenn keine Verschiebung der Primitivfäden stattgefunden, gehen diese Linien einander entweder ganz parallel, oder weichen so wenig von einander ab, daß erst allmälig eine merklich veränderte Richtung derselben hieraus resultirt oder bilden auch eine unmerkliche Abweichung, um bald wieder in das alte Verhältniß zurückzukehren. Nie findet aber eine gabelige Theilung einer solchen Querlinie oder eine netzförmige Anastomose mehrer von vorn herein Statt. Diese Querlinien erzeugen sich aber dadurch, daß sich abwechselnd hellere und dunkelere bandartige Gebilde an der Muskelfaser darstellen. Durch Betrachtung unter stärkerer Vergrößerung sieht man, daß die abwechselnden Schattirungen darin ihren Grund haben, daß sich einerseits quere, sehr wenig lange Partien emporheben und wieder senken. Der steilere Abfall erscheint dunkeler, die allmälige Hebung heller. Meistentheils gehen die Querstreifen in einem Zuge längs der ganzen im Gesichtsfelde befindlichen Breite der Muskelfaser fort (Fig. 76). Bisweilen dagegen zeigen sich sowohl im frischen als im älteren Zustande, sowohl bei Integrität, als bei zufälliger Spaltung der Primitivfasern mehr oder minder vollständige Längszüge oder Längenabtheilungen, die gewissermaßen untergeordnete Fascikel absondern und nach welchen auch die Querstreifenbildung mehr oder minder zerfällt (Fig. 77 *a*). Bisweilen haben nur einzelne Fascikulartheile der Art Querstreifen, während sie anderen mangeln. In einzelnen Muskelfasern gewahrt man zunächst nur die Querstreifenbildung allein; in anderen erscheint neben dieser die Formation der Längsfäden. Jedoch nicht immer sieht man überhaupt diese Querstreifen. Gerade ganz frische von den lebenden Thieren, vorzüglich Reptilien, Fischen, Insecten losgeschnittene Muskelfasern oder umgekehrt solche, welche längere Zeit der Fäulniß ausgesetzt sind, entbehren dieses Gebildes entweder gänzlich oder zu einem großen Theile. Bei frischen Muskelfasern, welchen die Querstreifen abgehen, erkennt man oft einfachere, wie aus kleinen Körperchen zusammengesetzte Längenfäden, die gerade oder gebogener, oder wellig bis schwach zickzackförmig verlaufen. In Folge der Maceration dagegen zerfallen oft die Fasern in untergeordnete Fascikulartheile und zeigen Primitivfäden, die meist aus longitudinal gereihten Körperchen oder rosenkranzförmig verbundenen Spindelchen zu bestehen scheinen, bis endlich das Ganze meistentheils in eine feinkörnige Masse zerfällt. Oft bemerkt man aber in frischen sowohl, als in faulenden Muskelfasern verschiedene Stadien der Fasern neben einander, die sich besonders in verschiedenen Anschauungen, je nachdem man den Focus höher oder tiefer stellt, darbieten.

Offenbar sind diese auf diese Art in ihrem Erscheinen variablen Querstreifen das Product eines entferntern Verhältnisses. Als dieses sind aber seit dem Ende des siebzehnten Jahrhunderts zwei Hauptursachen, eine quergestreifte Scheidenbildung oder eine varicöse Beschaffenheit der mit ihren Anschwellungen regulär gestellten Fäden angesehen worden. Zu diesen Meinungen kamen noch einige andere Vorstellungen in neuerer und neuester Zeit hinzu, so daß es am zweckmäßigsten sein dürfte, die verschiedenen Hauptansichten hier kurz durchzugehen. a. Der Ausspruch von Mandl, daß die Querstreifen von einem um die Muskelfaser spiralig herumgehenden Faden herrühre, dürfte die unhaltbarste aller in dieser Beziehung geäußerten Meinungen ausmachen. Denn wäre dieses der Fall, so müßte sich die Muskelfaser, wenn sie sich in einzelne Fascikulartheile spaltet, entweder von ihrem Umwicklungsfaden trennen oder, wenn dieser auch wegen stärkerer Anheftung an den Muskelfasertheilen gleichförmig risse, nur an der obern und der untern, nicht aber an den seitlichen Flächen der Fascikularpartien Querstreifen darbieten. Wo diese aber noch vorhanden sind, finden sie sich überall. Auch ließe sich erwarten, daß sich der Faden in gewissen Fällen gleich der Faser der Spiralgefäße abrollen ließe. Auch blieben die mannigfachen bei der Maceration eintretenden Erscheinungen, auf die wir noch zurückkommen werden, unerklärt. Daß übrigens hier eine Verwechselung mit Zellgewebefäden des Perimysium vor sich gegangen, bin ich mit Henle subjectiv überzeugt. Dieselben Gegengründe passen auch auf die Ansicht von Raspail, der geradezu die Querstreifen mit den spiraligen Verdickungen der Pflanzenzellen und Pflanzengefäße vergleicht. b. Skey betrachtet die Querstreifen als transversale Fäden, welche innig mit den mehr nach innen liegenden Fäden des Muskelfaserrohres verbunden seien. Offenbar hatte dieser Forscher bei dieser Anschauung nur den Fall vor Augen, wo man an der Oberfläche Querstreifen und bei tieferer Einstellung des Focus Längsfäden sieht. Abgesehen davon, daß dieses nur eine einzelne der mannigfachen Erscheinungen, unter welchen sich die Muskelfasern darstellen, ist und daß die übrigen sämmtlich hierbei unerklärt bleiben, sind die Fäden selbst weder specieller nachgewiesen, noch irgendwie isolirt dargestellt worden. c. Gerber glaubt an Muskelfasern des Hundes die Querstreifenbildung als ein um eine Gruppe von Längsfäden herumgehendes Band beobachtet zu haben. d. Schon seit Leeuwenhoek tauchte oft die auch von mir zur Anfangszeit meiner mikroskopischen Untersuchungen gehegte Meinung auf, daß eine eigene quergestreifte oder quergefaltete Scheide, welche die Muskelfäden umgiebt, die Querstreifen hervorrufe. Daß die eigenthümliche Umhüllung, das Sarcolemma, nichts der Art darbiete, werden wir in der Folge sehen. Bei allen queren, schiefen, faserigen und anderen Rissen der Muskelfaser wird nie ein Fragment einer quergetheilten oder quergerissenen Scheide frei. Nur eine Cardinalbeobachtung scheint mir für diese Ansicht angeführt werden zu können. Behandelt man nämlich durch Fäulniß schon etwas erweichte Muskelfasern unter dem Compressorium, so ereignet es sich bisweilen, daß aus bloßen Längsfäden bestehende Muskelfasern hervortreten, während an der frühern Stelle quergestreifte Fasern verbleiben, so wie es in Gerber's allg. Anatomie Taf. IV. Fig. 80. dargestellt worden. Allein meistentheils beruhen solche Erfahrungen auf dem Umstande, daß man benachbarte hervorkommende Muskelfasern für Centraltheile von quergestreiften nimmt. Findet aber auch ein solches Hervortreten in der That Statt, so läßt es sich nach der Ansicht, die wir zuletzt kennen lernen werden, ebenfalls und ohne die Annahme einer sonst nicht speciell nachweisbaren und auch nicht alle Verhältnisse erklärenden Scheide erläutern. e. Nach der vorzüglich von

Schwann in neuerer Zeit hervorgehobenen, von Joh. Müller, Bruns u. A. getheilten Meinung, sind die der Länge nach verlaufenden Primitivfäden der Muskelfaser varicöse Cylinder, deren Varicositäten, wie vorzüglich die Verhältnisse einer mit Vorsicht geleiteten Maceration lehren, in regelmäßigen Ausdehnungen und kurzen Distanzen auf einander folgen. In dem normalen Muskelgewebe erscheinen sie in den benachbarten Fasertheilen so gestellt, daß sie Querlinien bilden und daß die Schatten der zwischen je zwei von ihnen befindlichen, successiv der Länge nach auf einander folgenden Anschwellungen die dunkelen, die erhabenen Stellen die helleren Querlinien der Muskelfaser oder umgekehrt (Schwann und Bruns) erzeugen. Hieraus erklärt sich, weshalb bei allen Längsspaltungen der Muskelfaser an allen Longitudinalfragmenten noch vollständige Querstreifenbildung kenntlich bleiben kann. Diese Ansicht ist auch meiner gegenwärtigen Meinung nach die richtige, sobald man nur nicht eine permanent varicöse Beschaffenheit der Primitivfäden statuirt. f. Bowman glaubte aus der Wahrnehmung, daß die Muskelfasern in Folge der Maceration nicht bloß in longitudinale Abtheilungen und varicöse Längsfäden, sondern bisweilen auch in breite und wenig hohe, ringartige Fragmente zerfallen, schließen zu können, daß sie ursprünglich aus Moleculen bestehen, die so geordnet wären, daß sie sich eben so gut in Längslinien als in Querlinien trennen könnten. Gegen diese auf einer richtigen Beobachtung beruhende Anschauung läßt sich aber einwenden, daß die sogenannten Kügelchen selbst, d. h. die varicösen Stellen erst etwas Secundäres sind und daß die queren Theilungen auch durch die später zu erwähnenden queren Furchenbildungen und ringartigen Einschnürungen ursprünglich bedingt werden können. g. Meiner Ueberzeugung nach dürfte die wahrscheinlichste Ansicht folgende sein. Die Querstreifenbildung liegt in einer accidentell varicösen Beschaffenheit der Primitivfäden der Muskeln. Diese sind ursprünglich mit keinen Anschwellungen versehen, erhalten aber als Formausdruck eines gewissen Contractionsgrades regelmäßige durch kurze Zwischenräume getrennte, sehr kleine Varicositäten, die bei ihrer regulären Stellung die Querstreifenbildung hervorrufen. Diese kann daher auf einzelne Muskelfasertheile sowohl der Länge, als der Breite nach beschränkt sein und grade bei ganz frischen Muskeln entweder ganz fehlen oder, wenn sie schon eingetreten, wieder verschwinden. Das Letztere erscheint vorzüglich unter Einwirkung von Wasser. Betrachten wir von einem lebenden oder noch reizbaren Thiere entnommene Muskeln, so vermissen wir gerade oft die Querstreifen, während entweder isolirte Längsfäden oder eine mehr unbestimmte Längenfaserung oder breitere, vollständige oder unvollständige Longitudinalabtheilungen hervortreten. Einzelnen Muskelfasern, welche eben noch Querstreifen dargeboten haben, verlieren sie bald, vorzüglich nach Einwirkung des Wassers unter den Augen des Forschers und erscheinen dann längsgefasert. Schon diese Beobachtungen und die Wandelbarkeit der Querstreifenbildung überhaupt dürfte beweisen, daß die varicöse Beschaffenheit der Primitivfäden nichts Ursprüngliches, sondern erst unter gewissen Bedingungen eintritt. Als Haupteinwand gegen diese Ansicht läßt sich erheben, daß die Querstreifung gerade an älteren Muskelfasern, an Weingeistpräparaten u. dgl. constanter auftritt und sich bis zu dem Zerfallen der Faser durch Maceration erhält. Allein ich glaube, daß gerade dieses varicöse regelmäßige Anschwellen der Fäden vielleicht als das Resultat der Tonicität im Leben, wie nach dem Tode angesehen werden könnte und daß sie sich unter den genannten Einflüssen auf ähnliche Art, wie die freilich mit ihnen nicht genau zu vergleichenden Schlängelungen der Zellgewebefasern, erhält. Wollte man umgekehrt die varicöse Beschaffenheit als die ursprüngliche ansehen,

so müßte man annehmen, daß sie entweder aus unbekannten Ursachen oder durch die Einwirkung des Wassers verschwinde. Hiergegen zeugt aber einerseits, daß ganz frische Muskelfasern, welche gar nicht mit Wasser befeuchtet worden, auch einfache Längsfäden darbieten und daß sich nicht einsehen ließe, warum durch Wassereinsaugung nur die Interstitien zwischen den Varicositäten vergehen und so die Fäden ihre Anschwellungen verlieren sollten. Für die obige Ansicht, daß die die Querstreifen erzeugenden Varicositäten erst secundär entstehen und sich dann aber äußerst hartnäckig erhalten können, sprechen auch die schon mehrfach berührten Phänomene des verschiedenen Aussehens so vieler Muskelfasern. Die Thatsache, daß wir an vielen von ihnen an der Oberfläche Querstreifen und in der Tiefe mehr nach dem Centrum hin nur Längsfäden, nicht aber das Umgekehrte sehen, führt nach der eben erörterten Ansicht zu der Annahme, daß die äußeren mehr nach der Peripherie gelegenenen Primitivfäden leichter varicös, als die inneren mehr nach dem Centrum befindlichen werden und daher in dieser Hinsicht contractiler sind.

An diesen letztern Umstand knüpft sich eine andere, noch in Discussion befindliche Frage, wie nämlich der Centraltheil von Muskelfasern beschaffen sei. Daß sich in den Muskelfasern der Embryonen des Menschen, der Wiederkäuer, des Hühnchens und des Frosches zu der Zeit, wo schon äußerlich Querstreifen deutlich sind, noch eine bisweilen mit deutlichem Inhalte versehene Höhlung im Innern befinde, werden wir bei der Entwicklung dieser Gebilde sehen. Die meisten feinen Querschnitte ausgebildeter Muskelfasern geben aber über die Existenz einer Centralhöhle keinen sichern Aufschluß. Bei vielen scheint Alles eine solide Masse zu bilden; doch gewahrt man auch hier fast immer einen Centralpunkt, um welchen die quer durchschnittenen Muskelfäden gestellt zu sein scheinen. An den Durchschnittsflächen von feinen Muskelfasern aus dem Schwanz von extremitätenlosen Kaulquappen erhielt ich bisweilen eine Anschauung wie sie Fig. 77 *d* gezeichnet ist, d. h. in dem Centrum zeigte sich ein rundliches, oft ein dunkles Pünktchen enthaltendes Gebilde. An den Querschnittflächen der Oberschenkelmuskeln eines kaum ½″ langen Fröschchens zeigte sich an jeder Muskelfaser ein Centraltheil, wie es Fig. 79 dargestellt worden. In dem Centrum der Muskelfasern des Herzens sah Henle Spuren eines Centralcanales mit einzelnen enthaltenen Körnchen. Weniger Gewicht glaube ich gegenwärtig auf eine andere Thatsache, die ich früher für beweisender hielt, legen zu dürfen. Durchschneidet man nämlich die Muskelfasern eines noch lebenden oder noch reizbaren Thieres, so zeigen die Durchschnittsränder oft sehr verschiedene Gestalten. Manche sind vollständig wie der Klappaufschlag eines Aermels umgestülpt; andere am Ende theils umgelegt, theils zugespitzt (Fig. 76), andere mit breiteren Endtheilen versehen u. dgl. mehr. Bei vielen Muskelfasern combiniren sich dann hier an den Schnitt- oder Bruchrändern die Verhältnisse von Licht und Schatten so, daß man auf eine Eingangshöhle schließen muß (Fig. 76, Fig. 77 *a b c*). Durch genauere Untersuchungen glaube ich mich vorzüglich in neuester Zeit überzeugt zu haben, daß zwar am Ende ein solcher Höhlentheil allerdings existirt, daß er aber davon herrührt, daß die inneren weicheren Theile der Muskelfaser tiefer eingerissen oder zurückgezogen sind. An diesem Phänomene nimmt übrigens das bald zu beschreibende Sarcolemma wenigstens bisweilen keinen Theil. Denn ich sah noch das umgestülpte Ende der zerschnittenen Muskelfasern in ihm, wie in einem eng umschließenden Futterale stecken. Aus allen mir bis jetzt bekannten Thatsachen scheint mir folgende theoretische Vorstellung die meisten Chancen zu haben. Ursprünglich, wenn schon Querstreifen kenntlich sind, existirt noch eine verhältnißmäßig

große Höhle. Mit mehr Ansatz von Längsfäden wird diese reducirt, kann aber noch bleiben und sogar noch Körnchen ihres Inhaltes behalten. Bei fernerer Ausbildung vermag sie vielleicht gänzlich oder fast gänzlich reducirt zu werden. Die peripherischen Primitivfäden bilden leichter Querstreifen, als die centralen, die überhaupt oft in der Nähe des Centrums weicher erscheinen. Ueber das Letztere wurde auch schon in dem Art. Ernährung gehandelt.

Bei der Betrachtung der Querschnitte der zusammengesetzten Muskelfasern gewahrt man noch eine andere Erscheinung, deren Ursachen mir noch nicht klar sind. Wie sich dieselben nämlich vorzüglich durch Einwirkung des Wassers an erwähnten umgestülpten, gebogenen, blumenkohlartig aus einander weichenden und anders geformten Enden der durchschnittenen noch reizbaren Muskelfasern unter den Augen des Beobachters nicht selten verändern, so erzeugen sich an den quer durchschnittenen Muskelfasern unregelmäßige, durch ihre Schatten auffallende Furchen und Einrisse, die bald von innen nach außen, bald von außen nach innen gehen (Fig. 77 *e*). Es beruht dieses auf einer Lösung der Continuität der Verbindung der Primitivfäden und vielleicht auf der theilweisen Solution einer unsichtbaren Bindemasse oder auf ungleicher Wassereinsaugung oder anderen physikalischen Verhältnissen der Substanz der Muskelfaser.

Die quer gestreiften Muskelfasern laufen in einer Continuität fort, enden meist abgerundet und spitzen sich auch oft vor ihrem Schlusse etwas, und zwar nicht selten ziemlich steil, zu. Wo Sehnen an ihnen erscheinen, werden sie von den Sehnenfäden rings herum umfaßt.

Die Scheidenbildungen der Muskelfasern erinnern in mehrfacher Beziehung an die der Nerven. Zwischen den einzelnen Muskelfasern und der verschiedenartigen Bildung derselben bis zu den Muskelbäuchen und den Muskeln hinauf, finden sich Zellgewebeformationen, welche man mit dem Namen des Perimysium bezeichnet und die zugleich als Leiter der Gefäß- und Nervenverbreitung in den Muskelorganen dienen. Außerdem zeigt sich aber noch eine eigene Art von Scheiden- oder Hüllenbildung, für welche Bowman den Namen des Sarcolemma vorgeschlagen hat. Bisweilen nämlich erkennt man schon bei noch an einander liegenden Muskelfasern einen seitlichen fast wasserhellen Streif, der nach außen von einer scharfen Randlinie begrenzt ist, und bemerkt schon so bei genauerer Betrachtung, daß dieses eine durchsichtige membranöse Scheide, welche die Muskelfaser umgiebt, sein müsse. Deutlicher wird dieses noch durch andere Anschauungen. Bisweilen nämlich stellen sich, wenn man vorzüglich weichere Muskelfasern aus einander zieht, zwischen den von einander entfernten Riß- oder Bruchenden der Faser glashelle Scheiden, an denen zerstreute Kerne oder noch Körnchen sichtbar sind, dar (Fig. 78 *a*). Diese durchsichtigen membranösen Hüllen falten sich auch wohl leicht und werfen dann an den Faltungsstellen dunkelere Schatten. Bisweilen reißt seitlich ein Stück der Muskelfaser aus und läßt den entsprechenden Scheidentheil oder nur ein Fragment desselben frei zu Tage. Bisweilen liegt auch in dem durch die Scheide gebildeten Zwischenrohre ein Fragment der Muskelfaser gleichsam wie in einer Glasröhre aufbewahrt. Bisweilen, vorzüglich bei den größeren Säugethieren, z. B. dem Rinde, lagern sich noch an dieser Scheide zierlich gekräuselte und leicht irre führende Zellgewebefasern an. Bisweilen lösen sich aber auch im Innern einzelne Faserpartien der Muskelfaser selbst los und biegen und winden sich auf eigenthümliche Weise innerhalb oder außerhalb dieser durchsichtigen Hülle. Vorzüglich bei erweichten, oft aber auch bei ganz frischen, Muskeln tritt wohl auch der Fall ein, daß sich die innere Muskelsubstanz an der Seite der Scheide bruchsackartig hervortreibt (Fig. 80). Außer dieser

durchſichtigen Hülle erkennt man bisweilen ſchon ohne alle Vorbereitung, vorzüglich bei den blaſſeren Muskeln der Reptilien, der Krebſe u. dgl. die anliegenden meiſt länglichen, breiteren oder ſchmaleren Kerne, die ſonſt durch Behandlung des Präparates mit Eſſigſäure, oder anderen organiſchen Säuren, weniger durch Alkalien ſichtbar gemacht werden. Behandelt man z. B. ein paar Muskelfaſern des Rindfleiſches mit Eſſigſäure (Fig. 80), ſo wird die Subſtanz der Muskelfaſer hell, und die Kernbildungen fallen daher ſtärker in die Augen. Die meiſten von ihnen ſind lang, ſchmal, und laufen oft an einem oder an beiden Enden in eine feine fadenartige Linie aus; daher ſie auch hier mit dem Namen der ſpindelförmigen Körper bezeichnet worden ſind. Andere haben jedoch andere Geſtalten. Einzelne ſind mehr rundlich bis länglichrund, andere zeigen unregelmäßige Einſchnürungen oder es erſcheinen auch faden- bis bandartige Gebilde, welche leicht das Anſehen von longitudinal verſchmolzenen Kernen an ſich tragen. Am Rande ſieht man ſie oft deutlich zwiſchen der Subſtanz der Muskelfaſer und der äußern Randlinie liegen, und den einzelnen, oft vorkommenden Einſchnürungen in bogenförmiger Lage folgen. Während an einzelnen Stellen die Kerne an ihren Enden in die ſchon erwähnten feinen Fäden überzugehen ſcheinen, ſo zeigen ſich dieſe breiteren, mehr bandartig ſtatt ihrer auftretenden Gebilde heller (Fig. 81), und von den Kernen oft geſchiedener. Häufig ſtellen ſich aber auch die Endbegrenzungen der letzteren gar nicht recht deutlich dar. Noch beſſer kann man dieſe Wahrnehmung an den quergeſtreiften Muskelfaſern der Cruſtaceen, deren Kerne in der Regel größer ſind, machen. Auch andere organiſche Säuren, wie z. B. Weinſteinſäure, Citronenſäure, Sauerkleeſäure eignen ſich zur Darſtellung dieſer Kerngebilde.

Die jüngſten embryonalen Muskelfaſern entſtehen wahrſcheinlicher Weiſe dadurch, daß ſich Kerne, welche bei den Wiederkäuern durch ihr Ausſehen und ihre Färbung ſehr an Blutkörperchen erinnern, in longitudinalen Reihen ablagern, und daß aus den ſie umgebenden Zellenmaſſen ein fortlaufendes Rohr entſteht. Bald darauf erſcheint dann die Faſer als ein heller Schlauch, an deſſen glasartiger verdickter Wandung feine Längenfaſern deutlich ſind, während die nicht minder beſtimmte Höhle theils rundliche theils länglichrunde Kerne enthält (Fig. 57). Dieſe werden in gleichem Maße heller, je mehr Ablagerung von Verdickungsmaſſen an der Wandung erfolgt. Bei Wiederkäuern zeigt ſich aber zugleich ein aus feinen Körnchen beſtehender Inhalt. Dieſe Körperchen erſcheinen bald um den Kern, bald dagegen ſo quer geſtellt, daß ſie das Muskelfaſerrohr gleichſam confervenartig abtheilen (Fig. 60 *b*). Bald ſind ſie ſo dicht abgelagert, daß ſie die Kerne ganz unkenntlich und überhaupt die Höhlung des Muskelfaſerrohres dunkel machen (Fig. 60). Während dieſe Cavität mit den Kernen noch exiſtirt, während die peripheriſche Maſſe der Muskelfaſer noch glashell iſt und ihre Verdickung noch lange nicht vollendet hat, erſcheinen ſchon die Querſtreifen in ganz ähnlichen Verhältniſſen wie bei dem Erwachſenen. Schon oben wurde angeführt, daß die Cavität bei vermehrter Ablagerung peripheriſcher Muskelſubſtanz immer mehr reducirt werde. Ob ſie aber je ſchwinde, blieb unentſchieden. Außer den ſchon angeführten, freilich nicht concluſiven Erfahrungen bleibt es immer merkwürdig, daß man in freilich ſeltenen Fällen, z. B. bei dem Froſche, dem Rinde, in dem Centrum der Faſer im Innern ein rundliches Kerngebilde wahrnimmt. Da ſich nach dem Geſetze der iſolirten Entſtehung die Muskelfaſern in ihrem Blaſtem vereinzelt bilden, ſo ließe ſich vielleicht erwarten, daß auch jede einzelne Faſer iſolirt entſtehen würde; allein dieſes iſt nicht der Fall. In der blaſtematiſchen Maſſe kryſtalliſiren in einzelnen Diſtanzen einzelne Muskelfaſern, neben welchen ſich dann

neue bilden. Man ſieht daher nicht ſelten eine in ihrer Entwicklung weiter fortgeſchrittene und dicht neben ihr eine jüngere Faſer. Nebenbei können ſich auch dann noch ſelbſtſtändige in dem Blaſteme erzeugen. Von jener Anziehungskraft einer ſchon gebildeten Faſer rührt es wahrſcheinlich her, daß man einzelne Muskelfaſern bei Früchten des Hühnchens ſowohl, als des Schafes mit Kernen (Fig. 58) gleichſam beſetzt ſieht. Jedoch iſt es auch denkbar, obgleich weniger wahrſcheinlich, daß dieſe ſpäter in die Kerne des Umhüllungsgewebes übergehen. Durch das allmälige Anſchießen der Muskelfaſern wird ſo die blaſtematiſche Maſſe immer mehr reducirt und verwandelt ſich in ihren Ueberreſten in das Perimyſium.

Daß die elementaranalytiſchen Beſtandtheile der quergeſtreiften Muskelfaſern nach den Analyſen von Playfair und Boeckmann mit denen des Bluts übereinſtimmen, wurde ſchon in dem Art. Ernährung beſprochen. Berzelius und Braconnot kommen bei ihren quantitativen Beſtimmungen der Beſtandtheile des Ochſenfleiſches auf ziemlich übereinſtimmende Reſultate. Sie fanden 17,70 — 18,18% Fleiſchfaſer, Gefäßnerven und Zellgewebe. 2,20 — 2,70% Albumin und Faſerſtoff, 1,80 — 1,94% Alkoholextract mit Salzen, 1,05 — 1,15 Waſſerextract mit Salzen, 0,08 albuminhaltigen phosphorſauren Kalk (Berzelius) und 77,17 — 77,03% Waſſer. Ueber die chemiſchen Eigenſchaften der Muskelſubſtanz ſ. Berzelius Thierchemie 1840. 8. Seite 547.

Bei der Zuſammenziehung zeigen ſich, je nach der Intenſität der Contractionsenergie verſchiedenartige Veränderungen der quergeſtreiften Muskelfaſern. 1) Bei größeren Verkürzungsgraden biegen ſich die Faſern zickzackförmig. Dieſe Krümmungen laſſen weder eine ſichere Beziehung zu den Nervenverbreitungen, noch zu den primären Zellenreihen wahrnehmen. Die Diſtanz der einzelnen Ecken der Einknickungswinkel iſt jedenfalls viel größer, als ſelbſt mehre urſprüngliche Zellen ausmachen würden. 2) Es bilden ſich quere Einkerbungen, vollſtändig oder unvollſtändig durchgehende Furchen, welche man z. B. an den Muskelfaſern der Inſecten, einzelner Bündel des Blutegels am leichteſten beobachtet. Vielleicht gehören auch die Einſchnürungen, welche man z. B. bei dem Rindfleiſch ſo oft beobachtet, hierher. An dieſen nimmt auch, wie man an ihr und den Kernbildungen deutlich ſieht, die Scheide ſelbſt Theil. Ja ſie ſelbſt ſcheint die Einſchnürungen und Ausbuchtungen zu begrenzen, während die Primitivfaſern den dadurch beſtimmten Bogenlinien mehr oder minder folgen. Dieſe Verengerungen ſind noch die räthſelhafteſten von allen, da man zwar Einſchnürungsſchatten, aber keine einſchnürende Faſern oder verwandte Bildungen ſieht, und es ſo nur übrig bleibt, anzunehmen, daß die Scheide ſelbſt eine gewiſſe Contractilität habe, oder daß die Muskelfäden aus gewiſſen noch unbekannten Urſachen locale Einſchnürungen mit dazwiſchen liegenden Anſchwellungen bilden können. Leichter zu erkennen ſind die vollſtändigen oder unvollſtändigen Längenfurchen (Fig. 77 *a*), welche man bisweilen wahrnimmt, da ſich denken läßt, daß ſich die Primitivfäden bündelweiſe über die Oberfläche erheben. 3) Schon an dem Schwanze der Froſchlarven vermag man bisweilen die Wahrnehmung zu machen, daß an Stellen der Muskelfaſern, die im Anfange der Unterſuchung keine Querſtreifen dargeboten haben, durch die Contraction ſolche eintreten. Wir werden in der Folge ſehen, daß höchſt wahrſcheinlich Erſcheinungen der Art auch bei wirbelloſen Thieren, wo man ſonſt Querſtreifenbildung vermißte, auftreten. Unterſucht man aber z. B. bei dem Froſche quergeſtreifte Muskelfaſern unter mäßig ſtarken bis ſtärkeren Vergrößerungen, während man in ihnen einen galvaniſchen Strom einleitet, ſo ſieht man bisweilen

mit Bestimmtheit eine größere Erhebung der Querbänder der Faser während der Contraction. Diese ergreift nicht die Muskelfaser ihrer ganzen Länge nach auf einmal, sondern pflanzt sich sehr schnell successiv von Stelle zu Stelle fort, ungefähr, wie bei dem Kriechen einer Raupe, nur natürlicher Weise um Vieles rascher. An den an einem ausgerissenen Fliegenfuße hervortretenden Muskelfasern sieht man endlich noch eine eigene, in unregelmäßig pendelartigen Biegungen bestehende Bewegung, welche oft auch in permanentere Krümmungen übergehen kann. Durch die Zickzackbiegungen werden die größten Verkürzungen, bei dem Frosche ungefähr ein Viertel der frühern Länge, bewirkt.

Es ist sehr schwer mit aller Evidenz zu entscheiden, ob das den quergestreiften Muskelfasern einwohnende Contractionsvermögen eine ihnen inhärirende oder durch den Einfluß des Nervensystemes bedingte Erscheinung ist, weil die Beweise für das Erstere nicht genügend sind, die für das Letztere dagegen mehr auf negativen, als positiven Thatsachen beruhen, und daher auch einer absolut bindenden Gewalt entbehren. Zweierlei Arten von Erfahrungen wurden bei der über diese Frage geführten, seit Haller bis auf die Gegenwart bestehenden Discussion besonders berücksichtigt, die Folgen der Nervendurchschneidung auf die Muskelreizbarkeit und das Verhalten der isolirten, von ihren motorischen Nerven befreiten Muskelfasern. Schneiden wir aus einem motorischen Nerven ein Stück aus und verhüten absichtlich oder zufällig die Regeneration des Verlustes, so bleiben die entsprechenden Muskeln für den Einfluß des Willens gelähmt, erleiden aber rücksichtlich ihres übrigen Verhaltens mancherlei zeitliche Veränderungen. Im Anfange ruft Reizung des untern Nerventheiles noch Contraction der paralytischen Muskeln hervor. Später dagegen, während diese blasser werden und ihre Fasern ähnliche allmälige Veränderungen, wie durch eine allmälige Maceration erfahren, wird es nicht möglich durch Reizung des Nerven, wohl aber durch solche des Muskels selbst Zuckungen hervorrufen. Nun schloß man aus der letztern Thatsache, daß, da so (in Verbindung mit ihren organischen Veränderungen) die Nervenfasern hier nicht mehr thätig sind, die Muskeln dagegen selbst noch durch Contraction reagiren, eine diesen selbst einwohnende und nicht von den Nerven abhängige Eigenschaft die Zusammenziehung bewirken müsse. Allein offenbar ist diese Folgerung zu rasch gemacht worden. Wir wissen, daß die Reizbarkeit der motorischen Nerven in centrifugaler Richtung abnimmt. Reagiren daher noch die Muskeln, wenn es schon bei den Nerven nicht mehr der Fall ist, so läßt sich dieses auch so deuten, daß die in dem Muskelgewebe verlaufenden peripherischen Enden der Nerven ihre Empfänglichkeit noch besitzen. Bleibt zuletzt jeder Effect nach Irritation der Nerven sowohl als der Muskeln aus, so läßt sich dieses, wie man leicht sieht, ebenfalls auf eine amphibole Art deuten. Jedenfalls aber übt die Nervendurchschneidung auf die Zerstörung der Irritabilität einen wesentlichen Einfluß aus. Denn durch sie schwinden die Querstreifen und desorganisirt sich die Muskelfaser in wenigen Wochen und Monaten, während ich z. B. in einem von Geburt an verkrüppelten, fast gar keiner Bewegung fähigen amputirten Fuße eines 19jährigen Mädchens innerhalb des in Fett entarteten M. gastrocnemius, extensor communis quatuor digitorum u. dgl. noch zahlreiche, ganz normale Muskelfasern vorfand, so daß nicht bloß der Mangel an Uebung die Ursache der Veränderung der Fasern sein durfte. Was die andere Reihe von Erfahrungen betrifft, so war es mir nicht möglich, an isolirten und so von ihren Nerven getrennten, ganz frischen Muskelfasern des Frosches durch Galvanismus Contractionen zu erzeugen. Allerdings beweist eine negative Erfahrung der Art nichts mit Bestimmtheit. Allein gesetzt

auch, es würden in diesem Falle wahre lebendige Contractionen beobachtet, so würde dieses auch noch nicht die selbstständige Irritabilität darthun. Denn es ließe sich denken, daß die Muskelfaser von den entsprechenden vollständigen oder unvollständigen Nervenfasern mit einem länger oder kürzer bei ihr verharrenden Agens, welches sie erst zur Contraction geschickt mache, geladen werde.

Obgleich Uebung der Zusammenziehung die Muskeln stärkt und dieselben röther macht, Ruhe dagegen schwächt oder sogar lähmt, so finden sich doch keine sehr wesentlichen Verbreiterungen oder Verschmälerungen der Primitivfasern bei starken oder schwachen Muskeln. In dem Fuße des oben erwähnten Mädchens, bei welchem nur die große und die kleine Zehe wenig bewegt werden konnten, der von der frühesten Zeit ihrer Kindheit an durch eine Stelze ersetzt worden, und wo der größte Theil der Fußmuskeln in Fett verwandelt war, zeigten sich in dem letztern einzelne durchaus normal breite Muskelfasern. Die absolute Breite der Fasern eines starken Arbeiters und des schwächsten Mädchens weichen nicht sehr wesentlich von einander ab. Ob bei dem Erstern im Ganzen mehr breitere existiren oder nicht, ist natürlich schwer zu entscheiden. Anhaltende Ruhe oder Lähmung geschwächter Muskeln erzeugt leicht Ablagerung von Fettkugeln an und zwischen den immer mehr dahin schwindenden Fasern.

b. Einfache (sogenannte platte oder organische) Muskelfasern.

Erscheint die mit quergestreiften Fasern versehene Muskelsubstanz des Menschen und der höheren Thiere roth, so zeigt sich die, welche einfache Fasern besitzt, blaß. Die letztere Färbung ist jedoch, wie schon erwähnt wurde, wegen des weißen Ansehens der quergestreiften Muskeln vieler niederer Thiere nicht charakteristisch. Selbst bei dem Menschen und den höheren Thieren bleibt man oft bei dünneren Muskelausbreitungen nach dem Urtheile des freien Auges zweifelhaft, ob man es mit einfachen oder quergestreiften Fasern zu thun habe. Dagegen zeigen die ersteren, wo sie in ihrer vollständigen Eigenthümlichkeit ausgebildet sind, unter dem Mikroskope von den quergestreiften Fasern durchaus abweichende Gestalten. Sie sind blasse, platte bis plattrundliche Fasern, welche leicht in ihrer natürlichen Verbindung ein eigenes undeutlich körniges bis grumöses Ansehen annehmen, sich meist durch zahlreiche aufliegende Kerne auszeichnen, und bisweilen, wie z. B. in der Mittelhaut des Magens des Feuertriton aus kleinen dunkelrandigen Körnchen bestehende Längsstreifen an sich haben. Sie sind weit schmäler als die quergestreiften Muskelfasern und haben ungefähr eine mittlere Breite von 0,006‴. Bisweilen erkennt man in ihnen noch eine feine Längenstreifung; bisweilen eine longitudinale dunkele Linie, bisweilen können sie selbst sich am Ende zerfasern oder in Fäden zerfallen. Durch Essigsäure werden wieder die Fasern heller und die Kernbildungen deutlicher. An den Muskelfasern der Mittelhaut des Magens des Triton zeigte sich nach Einwirkung dieses Reagens, daß sich viele der rundlichen, länglich runden, an einem Ende zugespitzten oder hakenförmig gebogenen und anders gestalteten Kernbildungen von selbst loslösten und in der Flüssigkeit herumschwammen. Ein Kern (Fig. 82 *a*) war deutlich von einer größern hellen Zelle umgeben und schien ihr excentrisch anzusitzen. In einem andern Falle steckte das hintere Ende eines Kernes in dem vordern eines andern wie in einer kurzen Kapsel, so daß jedoch ein geringer heller Zwischenraum zwischen beiden existirte (Fig. 82 *b*). Die feinen, oft ein Netz bildenden, in Essigsäure unlöslichen Fasern, die Henle alsfeine sogenannten Kernfasern an den einfachen

Muskelfasern beobachtet hat, fehlten hier an einzelnen Schnitten gänzlich. Dagegen erschienen noch oft einzelne dunkelrandige Körnchen zum Theil an und auf vollständigen Kernen, welche letztere oft eine helle von einer doppelten Linie eingefaßten Begrenzung und einen gelblichen mit einzelnen, besonders hervortretenden Körnchen versehenen Inhalt, und bisweilen eine Längenstreifung an ihrer Oberfläche besaßen. Die Fasern liegen in Fascikeln oder häufiger in platten, oft in verschiedenen Lagen verlaufenden Schichten neben einander, haben bei höheren Thieren besonders Kerne und Umhüllungsfasern an und zwischen sich, und verbinden sich hierbei bisweilen netzförmig. Eine genaue chemische Analyse der einfachen Muskelfasern fehlt bis jetzt. Auch haben wir noch keine definitive Einsicht in die Art, wie sie die Zusammenziehung bewirken. An frisch ausgeschnittenen Schichten sah ich während der Verkürzung bogige Einbiegungen derselben. Ob dieses aber ihre einzige Contractionsweise sei oder nicht, steht dahin.

c. Muskulöse Fasern.

Mit diesem Namen dürfte provisorisch eine Reihe von Fasern, die mit den vorigen genau verwandt, wo nicht mit ihnen identisch und nur auf eine eigenthümliche Weise weiter entwickelt sind, zu belegen sein. Auch sie erscheinen blaß und meist platt, haben noch bisweilen Kerne, bisweilen dagegen nicht oder nur in sparsamer Menge, zeigen nicht selten eine Längenstreifung als wären sie aus feineren Fäden zusammengesetzt, und zerfallen vielleicht selbst später in solche. Sie finden sich meist in Organtheilen, die zwar contractil sind, deren Zusammenziehung aber wenigstens bei unseren künstlichen Versuchen meist nicht unmittelbar auf Reizung ihrer Nerven erfolgt, sondern entweder ausbleibt oder erst nach längerer Zeit und oft auf eine in ihren einzelnen Stufen sinnlich kaum wahrnehmbare Weise eintritt, während sie dagegen bald auf Galvanismus, bald auf Kälte, bald auf chemische Einflüsse deutlicher reagiren. Hat man vorzüglich die zuerst genannten Formen dieser Fasern isolirt unter dem Mikroskope, so ist es oft total unmöglich, sie von gewöhnlichen einfachen Muskelfasern bestimmt zu unterscheiden.

Ueber die Vertheilung der drei verschiedenen Klassen von Muskelfasern läßt sich nach unserm bisherigen Wissen Folgendes aussagen. Alle Muskeln des Kopfes, des Rumpfes und der Extremitäten, so wie die zu den äußeren Geschlechtstheilen, dem Endtheile des Mastdarmes gehörenden Muskulaturen und die Herzbildungen zeigen quergestreifte, die Mittelhäute des Darmes bis an die Afteröffnung, der Blase, der Geschlechtsröhren, der Drüsenausführungsgänge, der Gallenblase und die Iris haben einfache Muskelfasern. Muskulöse Fasern finden sich in den Blut- und den Lymphgefäßen, der Tunica dartos und anderen contractilen Häuten. Bemerkenswerthere Vorkommnisse und zum Theil wichtigere Ausnahmen dieser Regel sind die amphibole Natur der Fasern des Herzens bei niederen Wirbelthieren, während z. B. in dem der Crustaceen deutliche quergestreifte Fasern existiren, die einfachen Fasern des M. retractor penis des Pferdes, die des Sphincter ani internus, während die Fasern des Sphincter ani externus quergestreift sind, die neben den einfacheren Fasern der Iris existirenden zusammengesetzten des Crampton'schen Muskels bei Vögeln, die Existenz zusammengesetzter Muskelfasern in dem erectilen Gaumenorgane des Karpfens, die verschiedene Ausdehnung der quergestreiften Fasern in dem Oesophagus, die bei dem Menschen in der Regel in der obern Hälfte sich verlieren, während sie bei einzelnen Säugethieren z. B. dem Kaninchen, dem Schafe bis zur Cardia reichen, das Vorkommen quergestreifter Fasern in der Mittelhaut des Darmes des Flußkrebses, der Maulwurfsgrille, und

nach Reichert selbst von Cyprinus tinca, die Existenz zusammengesetzter Muskelfasern in dem innern Hodenmuskel des Igels u. dgl. mehr. Einzelne Abtheilungen wirbelloser Thiere haben in ihren willkürlichen Muskeln und in ihrer Herzbildung sehr ausgezeichnete, leicht zu beobachtende, quergestreifte Fasern. So die Crustaceen, Cirrhipoden, Insecten, Arachniden und einzelne Anneliden. Nach der Entdeckung von Eschricht gehören auch die Salpen hierher. Bei den Medusen, welche sonst keine zusammengesetzten Fasern darzubieten schienen, sah R. Wagner wahrscheinlich während der Contraction deutliche Querstreifen. Aehnliches beobachtete ich bei dem Seeigel, der sonst nichts der Art zu zeigen pflegt, und zum Theil bei dem Blutegel — Erfahrungen, die wiederum auf die temporäre Bildung der Querstreifen hindeuten dürften. Sonst erscheinen die Muskelfasern der Wirbellosen, so weit man sie bis jetzt kennt, entweder als feine zellgewebeähnliche oder als granulirte Fäden oder als körnige oder umgekehrt als derbe oder vorzüglich nach Aufbewahrung in Weingeist steife Fasern, die sich oft zickzackförmig, im Zustande ihrer Reizbarkeit biegen und selbst z. B. bei den Cephalopoden querstreifenähnliche Linien darbieten können. Nach Erdl zerfallen die im unverletzten Zustande faserig und nicht quergestreift aussehenden Muskelfasern der Schnecken durch Druck in meist länglich viereckige Stücke von der Breite eines Faserbündels, welche an der Oberfläche ganz homogen sind und im Innern einen bald mehr, bald minder deutlichen Kern besitzen. Etwas Aehnliches findet sich vielleicht bei dem Pferde. Denn die Fäden gekochter Muskelfasern desselben zerfallen leicht, vorzüglich wenn sie dem peripherischen Theile der Faser angehören, durch Druck in quadratische Bruchstücke. —

11) Knorpel- und Knochengewebe.

Während die Knorpelmasse mancher wirbellosen Thiere z. B. der Decapoden einfacher erscheint, zeigt sich in den Knorpeln der Cephalopoden, der Wirbelthiere und des Menschen eine Menge eigenthümlicher, zellenartig oder kernartig gebaueter Körper, welche man mit dem Namen der Knorpelzellen oder Knorpelkörperchen bezeichnet. Neben ihnen bedingt die zwischen ihnen befindliche Grundmasse mehrfache Verschiedenheiten. Ist sie einförmig oder schwachkörnig, oder wird sie von wenigen Fasern durchzogen, so bezeichnet man die Knorpelsubstanz mit dem Namen des ächten Knorpels; bildet die Grundmasse auf eine später zu erwähnende Weise ein Netzwerk, so spricht man von Netzknorpel. Herrschen endlich Fasern vor, so daß sich zwischen ihnen nur wenig Knorpelsubstanz befindet oder fast nur Knorpelkörperchen erscheinen, so redet man von Faserknorpel. Dieser letztere kann dann durch vollständige Reduction der Knorpelmasse in Fasersubstanz übergehen. Gehört es zu dem normalen Entwicklungsgange eines Knorpels, daß er sich später in Knochenmasse umwandelt, so bezeichnet man ihn als einen ossificirenden, wenn nicht, als einen bleibenden Knorpel.

Die Knorpelkörperchen der ächten Knorpelsubstanz zeigen sowohl in Größe, als in Form und Inhalt eine sehr bedeutende Mannigfaltigkeit, die sich in ihren Gestaltverschiedenheiten größtentheils auf verschiedenartige Figuren endogener Zellenbildung reduciren läßt. Untersuchen wir ächten Knorpel des menschlichen Embryo oder des Neugeborenen (Fig. 83), so erscheinen die zahlreichen Knorpelkörperchen zum Theil rundlich, unregelmäßig länglich, rund, eiförmig, an einer Seite zugespitzt u. dgl., zum Theil lang fadenartig, oder in einen feinen Fadentheil auslaufend, oder eingeschnürt, oder fadig mit einem aufsitzenden

Köpfchen, keulenförmig, mit einem benachbarten Knorpelkörperchen verbunden oder von demselben nur durch einen schmalen Zwischenraum gesondert u. dgl. mehr. Diese verschiedenen, halb zelligten, halb fadigen Formen sieht man z. B. sehr schön in den Gelenkknorpeln des Oberschenkels eines 6monatlichen Embryo. Untersuchen wir dagegen ächte Knorpelsubstanz des Erwachsenen (Fig. 84), so ist das Bild ein ganz anderes. In der fein granulirten, an einzelnen Stellen granulirt faserigen oder von Fasern durchsetzten Grundmasse, welche bei noch warmen Leichen Hingerichteter und in frischen amputirten Gliedern diese granulirte Beschaffenheit ebenfalls darbietet, haben die Knorpelkörperchen an der Oberfläche (Fig. 84) meist längliche und schmale, bisweilen auch rundliche Gestalten und sind kleiner, als die mehr nach innen gelegenen verwandten Gebilde. Diese sind rundlich, länglich rund, bohnenförmig, kuppelartig mit querer geradlinigter Basis versehen, einer quer durchschnittenen Bohne oder Spindel gleich, zeilsemmelähnlich u. dgl. mehr, und liegen bald einzeln, bald mehrfach gruppirt, dann mit einzelnen Seiten constanter einander zugekehrt und nur durch schmale Zwischenräume von einander getrennt. Bei den kuppelförmigen bis halb spindelartigen, z. B. wenden die Knorpelkörperchen, wenn zwei von ihnen bei einander gruppirt liegen, ihre geradlinigten Basen einander zu. Zwei oder mehre einfachlänglich runde finden sich oft mit ihren Seitenflächen correspondirend an einander gelagert, oder so gruppirt, daß um sie leicht ein rundlicher bis länglichrunder oder sonst regelmäßig gestalteter Contour herumgehen kann u. dgl. mehr. Diese äußerst große Mannigfaltigkeit der Form, so wie der bald zu erwähnenden inneren Kernbildungen rührt davon her, daß wir hier verschiedene Stadien von endogenen Zellenformationen vor Augen haben. Häufig zeigt sich um ein Knorpelkörperchen oder um eine Gruppe derselben ein vollständiger oder unvollständiger heller Halo, der sich oft als ein einfaches oder mehrfaches queres Septum zwischen zweien oder mehren Knorpelkörperchen fortsetzt und wahrscheinlich meist die Begrenzungen der nächst in die Grundmasse eingehenden Zellen bestimmt. Die Kerngebilde sind rundlich, länglich rund, halbmondförmig, eckig, unregelmäßig gestaltet u. dgl., erscheinen oft mehrfach bald näher, bald entfernter in einer Mutterzelle, werden bald durch helle Zellensepta getrennt, bald nicht, und enthalten ein oder mehre, kleinere oder größere, runde oder länglichrunde, sinuose, halbmondförmige oder anders gestaltete mit dunkelen Schattenrändern, wie sie Oel hat, versehene Elemente oder einen granulirten Kern und oft neben beiden eine feinkörnige Substanz. Häufig schließt eine Mutterzelle schon knorpelkörperähnliche Kernkörper, die dann selbst erst Kerne mit den eben in diesen enthaltenen eben geschilderten Gebilden führen, ein. Bisweilen enthält auch ein Mutter- oder Tochterzellgebilde mehre Kerne u. dgl. mehr. Wir können uns alle diese einzelnen Varietäten in ihren speciellen Details durch das in der That bei der Entwickelung des Knorpels zu beobachtende Schema erklären. Es entstehen zuerst in der Grundmasse oder Intercellularsubstanz Zellen, in welchen sich neue Tochterzellen erzeugen, während die übrige Begrenzung der Mutterzelle nach Verdickung ihrer Substanz, vorzüglich an der Wandung, mit der Grundmasse verschmilzt. Ehe noch so die Zelle ganz unkenntlich geworden, kann selbst in den Tochterzellen neue Kern- und Zellenbildung entstehen. Nach der Art, wie aber dann die Tochterzellen im Verhältniß zu den Mutterzellen gruppirt erscheinen, stellen sich die oben berührten Verschiedenheiten ein. Ginge die Bildung einfach vor sich, so müßte jeder der hellen Ringe einem Contour der Mutterzelle, die mit der Intercellularsubstanz zu verschmelzen beginnt, entsprechen. Allein daß auch frühere Tochterzellen dazu gehören können, beweist der Umstand, daß solche helle Strei-

ſen, die z. B. bei den langen ſucceſſiven Aggregationen von zweien oder mehren der auffallenden jüngeren Kern- oder Zellenbildungen als quere Scheidewände, bei anderen Formen als Zellenbegrenzungen erſcheinen. Hieraus ergiebt ſich aber die Variabilität der Benennung Knorpelkörperchen oder ſelbſt Knorpelzellen, ſobald man noch in situ befindliche feſtere Gebilde des Knorpels hiermit belegt, von ſelbſt. In dem ſogenannten Netzknorpel, z. B. des menſchlichen äußern Ohres, tritt in der Grundſubſtanz, die ſich hier nicht ſowohl körnig, als auf eigenthümliche Weiſe körnig faſerig bis ſchwach varicös faſerig zeigt, die Netzverbindung mit den dazwiſchen befindlichen meiſt rundlichen bis länglich runden Maſchen vorzüglich hervor. In den letzteren erſcheinen dann theils ſchon in friſchem Zuſtande, theils nach Anfeuchtung mit Kali Knorpelkörper mit Kernen oder auch ſelbſt mit Einſchachtelungsbildungen. Die eigenthümliche oben erwähnte Beſchaffenheit der Grundmaſſe aber rührt davon her, daß neben der gewöhnlichen hellen Grundſubſtanz des Knorpels feine und ſcheinbar etwas ſteife Faſern exiſtiren. Von dieſen beiden Beſtandtheilen herrſcht nach Verſchiedenheit der Stellen bald der eine, bald der andere mehr vor. An einzelnen Punkten zeigt ſich die Grundmaſſe ſo feinſtreifig, daß man nur gewiſſermaßen eine Tendenz zur Faſerbildung, aber noch keine geſonderte Faſern in ihr erkennt. In der ächten Knorpelſubſtanz des Schildknorpels z. B. finden wir ebenfalls, wie ſpäter angeführt werden wird, einzelne Anhäufungen ſolcher dem freien Auge gelblich erſcheinender Faſern. In den Faſerknorpeln ſelbſt endlich prävalirt die Faſerſubſtanz bedeutend und überwindet zuerſt die Grundmaſſe und ſpäter die Knorpelkörperchen, die dann z. B. in dem Tarſus des Auges ſo reducirt ſein können, daß ſie nur bei ſorgfältigem Suchen und ſelbſt dann nicht ſtets gefunden werden. Die Faſern ſelbſt können noch eigenthümlich bleiben oder in Zellgewebefaſern übergehen, ſo wie die Knorpelſubſtanz ſelbſt allmälig in ein Faſergewebe einen unmerklichen Uebergang darzuſtellen vermag. Im Allgemeinen gehören bei dem Menſchen und den höheren Thieren die Trochlea, die knorpeligen Theile der Sklerotica der Vögel, Reptilien, Fiſche und Cephalopoden, der Tarſus im Auge des Pferdes, die Naſenknorpel, die Rippenknorpel, der Bruſtbeinknorpel, der Schildknorpel, der Ringknorpel, die Gießbeckenknorpel, die Corpuscula triticea, die Knorpelringe und Ringſtücke der Luftröhre und der Bronchien und die Gelenkknorpel zu den ächten Knorpeln, obgleich ſchon vorzüglich in dem Rippenknorpel, dem Schildknorpel u. dgl. Faſerbildung auftritt. Zu den ſogenannten Netzknorpeln rechnet man den Knorpel des äußern Ohres und zum Theil der Euſtachi'ſchen Trompete, Stellen des Kehldeckels (und auch ſelbſt des Tarſus), zu den Faſerknorpeln endlich den Tarſus, die knorpelige Euſtachi'ſche Trompete, den Kehldeckel, die Santorini'ſchen und Wrisberg'ſchen Knorpel (die Zwiſchengelenkbänder, die Synchondroſen und nach Henle die Cartilago interarticularis des Sternoclaviculargelenkes und die knorpeligen Ueberzüge der Gelenkflächen des Unterkiefers des Menſchen. Die Entwickelung der ächten Knorpelſubſtanz erfolgt im Allgemeinen dadurch, daß ſich in der Grundmaſſe Zellen ablagern und auf die oben angedeutete Art durch Production von Zellen in Zellen vermehren, während auch ſecundär neue Zellen in der zwiſchen jenen Mutterzellen befindlichen Intercellularmaſſe entſtehen können. In Betreff des Speciellen der hierher gehörenden Beobachtungen muß ich vorzüglich auf Schwann: mikroſkopiſche Unterſuchungen S. 17 ff. und C. Vogt: Unterſuchungen über die Entwickelung der Geburtshelferkröte, Solothurn 1841. 4. S. 64. verweiſen.

Das ſpec. G. des ächten Knorpels beträgt nach Schübler und Kapf 1,15—1,16, nach Krauſe dagegen nur 1,0883. Ueber ſeine chemiſchen

Reactionserscheinungen, so wie über die Eigenschaften des aus ihm durch Kochen mit Wasser zu erhaltenden Chondrin s. die bekannten chemischen und allgemein anatomischen Lehrbücher.

Die Knorpel werden im Allgemeinen da hergestellt, wo nicht zu weiche und doch elastisch nachgiebige Theile nothwendig sind und enthalten nach Maßgabe dieses Bedürfnisses bald nur ächte Knorpelsubstanz, bald nur eine Mischung dieser und einer der beiden Hauptarten der genannten Fasermassen, welche den Faserknorpel bilden helfen. So leicht auch sonst bleibende Knorpel in Verknöcherung übergehen können, so leicht sich pathologischer Weise Knorpelsubstanz bildet, so findet doch keine Regeneration permanenter Knorpel Statt. Verwundungen derselben heilen durch Narbenfasern. Nur der Knochenknorpel stellt sich als eine dem Callus vorausgehende Bildung leicht wieder her.

In dem Knochen begegnen wir zunächst einem eigenen Kanalsysteme, dem der Markkanäle, deren Größe und Ausdehnung zwischen sehr bedeutenden Grenzen schwankt. Im Innern der großen Röhrenknochen erscheint eine mehr oder minder bedeutende Markhöhle; in der sogenannten schwammigten Substanz erblicken wir eine Menge größerer und kleinerer Markräume, welche sich unter einander mannigfach verbinden und zwischen denen die solide Knochenmasse in Form größerer und kleinerer, dünnerer oder stärkerer Bälkchen erscheint. In der scheinbar compacten, dichten Knochensubstanz endlich gewahren wir eine größere oder bei bedeutenderer Dichtheit eine nur äußerst geringe Quantität von Markkanälchen, welche sich durch Queräste netzförmig verbinden und hierbei oft sehr charakteristische Formen bilden. Die größeren so wie die kleineren Markräume enthalten ein deutliches Fasergewebe, welches sich an der Oberfläche als sogenannte Markmembran darstellt, reichliches Fett an sich und in seinen Maschenräumen beherbergt und als Bett der Blutgefäße dient. Außerdem finden sich noch, vorzüglich in den platten Knochen, engere Breschet'sche Kanäle für die in ihnen verlaufenden Venenstämme. Auch die feinsten mikroskopischen Markkanälchen enthalten einerseits häufig Fettablagerungen, während anderseits nach Injection eines Knochens Masse in viele derselben dringt. Im jungen, in seiner Bildung begriffenen Knochen scheinen alle, oder wenigstens der größte Theil der reichlich existirenden Markkanälchen Blutgefäße zu führen. Um nun den feinern Bau der Knochensubstanz kennen zu lernen, dienen drei einander wechselseitig ergänzende Methoden: 1. Die Untersuchung feiner durchsichtiger Schliffe von frischen oder von getrockneten Knochen. 2. Die Beobachtung solcher Präparate, nachdem sie verascht worden und die Erforschung des Baues der knorpeligen Substanz, des sogenannten Knochenknorpels, der nach vorsichtiger Extraction eines Knochens mit verdünnter Säure übrig bleibt. Untersuchen wir zunächst einen feinen Querschliff der dichten, noch mit mikroskopischen Markkanälchen reichlich versehenen Knochensubstanz, so erscheint uns um jedes meist rundliche bis länglichrunde Lumen eines Markkanälchens eine größere oder geringere Menge mehr oder minder concentrischer Ringe, als die Grenzen der einzelnen Knochenlamellen. Diesen Ringen mehr oder minder gleichartig verlaufen die in einzelnen Distanzen gestellten meist spindelförmigen bis unregelmäßig rundlichen, sternförmigen, wie aus mehrfachen Ringen zusammengesetzten, zackigen, seltener genauer runden und sehr selten eckigen bis polygonalen, an fliegende Mücken erinnernden Knochenkörperchen, welche bei durchfallendem Lichte dunkel, bei auffallendem mehr kreideweiß bis grauweiß erscheinen. Von diesen gehen dann vorn und hinten und vorzüglich von beiden Seiten die kalkführenden Kanälchen aus und schneiden, da sie größtentheils von den Seitenflächen der Knochenkörperchen auslaufen, die Lamellen mehr oder minder senkrecht. (Fig. 87)

Oft ſind die an den Enden hervortretenden Kanälchen etwas ſtärker, als wenigſtens die meiſten der ſeitlichen. Jedes einzelne Markkanälchen wird aber nur bis zu einer gewiſſen Diſtanz hin von concentriſchen Lamellen umgeben. Ueber dieſe Grenze hinaus erſcheinen in der Regel anders laufende Blätter, welche meiſt einem andern nicht quer durchſchnittenen Markkanale angehören oder durch andere Verſchmelzungsbildungen zu entſtehen ſcheinen. Bei Schliffen, welche dem Laufe der Markkanälchen parallel gehen, ſieht man auch die Knochenblätter in ähnlichen parallelen Richtungen hingehen, während die Knochenkörperchen longitudinal geſtellt ſind. (Fig. 86) Die von ihnen ausgehenden Strahlen laufen meiſt quer bis dicht an den Markkanal hinüber und anaſtomoſiren häufig unter einander zu mannigfachen Netzen. Bisweilen ſcheinen ſogar einzelne in ihn zu münden, gehen wenigſtens bis in den Rand des Kanals hinein. Bisweilen findet ſich an dem Rande des Markkanals ein eigenes longitudinal hinſtreichendes Maſchenwerk von Kalkkanälchen oder es gehen durch das Schleifen abgebrochene Längskanälchen längs deſſelben hin. (Fig. 86 *d e*) Schief durchſchnittene Markkanäle ſtellen ſich gebogen zuckerhutförmig und in anderen leicht erklärlichen Geſtalten dar. Schon bei Betrachtung des Knochenknorpels, in welchem durch die Auflöſung der Kalkerde die kalkführenden Kanälchen ſehr undeutlich und oft ganz unkenntlich geworden ſind, bemerkt man, daß die dann hellen und durchſichtigen Knochenkörperchen Höhlungen bilden, welche gleich den kalkführenden Kanälchen ihre körnige Ablagerung verloren haben. Unterſuchen wir friſche Schliffe von Knochen, welche weniger reich an Kalkerde, rhachitiſch, cariös, erweicht u. dgl. ſind, ſo finden wir oft helle Körperchen und helle von ihnen ausgehende Strahlen, welche uns auch zur Ueberzeugung führen, daß beide hohle Räume, in welchen eine körnige Kreidemaſſe liegt, darſtellen. Daſſelbe beſtätigt auch einerſeits die Behandlung mit Säuren unter dem Mikroſkope und anderſeits das Studium von veraſchten Knochenſchliffen. Hierdurch gewinnt man immer mehr die Ueberzeugung, daß ein großer Theil der Erdſalze des Knochens chemiſch an den Knochenknorpel gebunden, daß aber eine um ſo größere Menge von ihnen mechaniſch in den Knochenkörperchen und den Strahlen derſelben enthalten iſt, je kalkreicher und feſter der Knochen ſelbſt erſcheint. Die erſte Ablagerung dieſer Kreidekörnchen erfolgt an den Wandungen, wie man bei unvollſtändig gefüllten Knochenkörperchen und ſelbſt breiteren Stellen der Kanälchen unter ſtärkeren Vergrößerungen unmittelbar ſieht, und wie Bruns aus der Erfahrung, daß angeſchliffene Knochenkörperchen oft eine oder mehre helle, bisweilen von vollſtändigen oder unvollſtändigen, einfachen oder doppelten Ringen umgebene Wandungen haben, mit Recht ſchließt. Bisweilen erſcheinen auch ſolche Knochenkörperchen als ein bloßes mit rundlichen Maſchenräumen verſehenes Netzwerk von Kanälchen, oder einfach, aber an beiden Seiten hell, in der Mitte dagegen dunkel oder mit vollſtändiger halb abgeſchliffener oberer oder unterer Wandung u. dgl. mehr.

Wenn wir aber auch die Markkanälchen, die Knochenlamellen und die Knochenkörperchen mit ihren kalkführenden Strahlen als die weſentlichen Elemente jedes Knochens betrachten müſſen, ſo entſtehen doch bei Thieren, vorzüglich bei Fiſchen, durch das einſeitige Vorherrſchen eines dieſer Elemente Geſtalten, die ſonſt bei den Knochen nicht vorkommen. In den Wirbeln des Hechtes z. B. treten die einzelnen Knochenkörperchen beſonders hervor und haben keine in reichlichem Maße von ihnen ausgehende Strahlen, ſind jedoch oft ſpindelförmig oder den ſogenannten embryonalen Zellenfaſern nicht unähnlich. In den Schädelknochen des Welſes dagegen trifft man das Umgekehrte. Die meiſt wenig gefüllten Knochenkörperchen haben ſo reichliche in ſchönen Veräſtelungen verlaufende

und ſich in mannigfachen Bogen verbindende kalkführende Kanälchen, daß alle Theile des Knochens auf den erſten Blick nur von dieſen zierlichen Netzwerken durchzogen zu ſein ſcheinen. Auf den Fall, wo die Markkanälchen ſelbſt ſich veräſteln und endlich ſelbſt in ſehr feine, anaſtomoſirende kalkführende Kanälchen übergehen, werden wir bei dem Zahngewebe zurückkommen.

Der Übergang des oſſificirenden Knorpels in Knochenſubſtanz und der Oſſificationsproceß überhaupt tritt nicht oß durch chemiſche und mechaniſche Ablagerung von Kalk- und Erdſalzen in den Knochenknorpel, ſondern auch durch organiſche Metamorphoſen in dieſem ſelbſt ein. Wie ſchon erwähnt, bietet der embryonale Knorpel des Menſchen eine Menge von rundlichen, häufiger geſchwänzten oder faſerähnlichen Knorpelkörperchen dar. Dieſe liegen in dem nicht in Oſſification übergehenden Knorpel ohne auffallend reguläre Ordnung zerſtreut. Wie man aber auf ſenkrechten durch einen oſſificirenden Knorpel geführten Schnitten ſieht, ändert ſich dieſes in der Nähe der Oſſificationsſtelle. Die Knorpelkörperchen erſcheinen haufenweiſe ſo gruppirt, daß längliche Spalten zwiſchen ihnen übrig bleiben. An dem Rande des ſchon zum Knochen umgebildeten Theiles zeigen ſich ſtatt der Spalten knochigte Blätter, während die Knorpelkörperchen ſelbſt allmälig in Knochenkörperchen übergehen. Die Anwendung ſtärkerer Vergrößerungen belehrt uns einerſeits über das Genauere dieſes Proceſſes und giebt anderſeits zugleich die Möglichkeit an die Hand, die Kernnatur dieſer Knorpel- und Knochenkörperchen evident wahrzunehmen. Auf ganz dünnen Schnitten nämlich erkennt man ſchon in dem Theile des Knorpels, in welchem die Knorpelkörperchen ohne auffallende Ordnung geſtellt ſind, daß ein rundliches Körperchen der Art von einer hellen, in die Grundmaſſe eingebetteten Zelle umgeben wird. An denjenigen Stellen, an welchen die oben erwähnte regelmäßige Gruppirung der Knorpelkörperchen anfängt, erſcheinen um einzelne oder mehre derſelben deutlichere Zellen, bis endlich an dem Uebergange in die Knochenſubſtanz die oben erwähnten Spalten und ihre Fortſetzungen die härteren Balken, die Seitenwände eines vollſtändigen Netzwerkes, in welchem um jedes Knorpelkörperchen eine deutliche Zelle exiſtirt, darſtellen. Dieſe letzteren Zellen liegen meiſt zu zwei oder mehren, ſo daß mehr oder minder ein beſtimmtes gerundetes Ganze herauskommt. Verfolgt man ſie nach oben, gegen die Oberfläche des Knorpels hin, ſo ſieht man, daß ſich die die Knorpelkörperchen umgebenden Zellen immer verkleinern, dieſe immer enger umſchließen und endlich ganz unkenntlich werden. Die Knorpelkörperchen ſelbſt werden in den Gruppen immer ſparſamer, rücken genauer aneinander und liegen oft zu zwei gleich zwei Spindeln oder zwei Brodten dicht beiſammen, bis ſie endlich ganz einfach erſcheinen. Oft liegt neben einem dunkeln rundlichen Körperchen ein helles, während beide in einer gemeinſamen hellen Zelle eingeſchloſſen werden; bisweilen erſcheint ein Köpfchen von ſeinem Schwanze getrennt u. dgl. mehr. Ein gutes Mittel, die Knorpelkörper deutlicher zu machen, bildet kauſtiſches Ammoniak. Einzelne von ihnen erſcheinen dann hufeiſenförmig, halb geſpalten getheilt, u. dgl. Es ſcheint mir daher nach dieſen Thatſachen, welche z. B. nach dem oſſificirenden Epiphyſentheile der untern Partie des Oberſchenkels eines menſchlichen 6monatlichen Embryo entnommen werden, eine zum Theil mit den Angaben von Meyer in Tübingen übereinſtimmende Vorſtellung des Oſſificationsproceſſes möglich. Die Knorpelkörperchen, welche zuerſt als Kerne von Zellen erſcheinen oder facultativ ſolche ſind, vermehren ſich durch Theilung oder auf andere Weiſe. Es bildet ſich dann um jedes neue ſo entſtandene Knorpelkörperchen eine Zelle, welche Tochterzellen ſich ſpäter vergrößern, während die ſie umgebenden, wahrſcheinlich aus ſchichtenförmigen Verdickungen der Wan-

dungen der Mutterzellen beſtehenden Gebilde jene oben erwähnten Spalten hervorrufen. Allmälig wird das Netzwerk dadurch ſtärker, daß auch die Wandungen der Tochterzellen in denſelben Proceß gezogen werden, ſtreifig erſcheinen und oft in die mehr longitudinell verlaufenden Balken mehr direct übergehen. Dieſe nehmen zunächſt Kalkmaſſe auf und werden knöchern, ſo daß die erſte Knochenmaſſe ein Gitterwerk darſtellt, deſſen Zwiſchenräume an vielen Stellen deutlich die letzten Knorpelkörperbildungen, die als Kerne in hellen ſie umgebenden Zellen liegen, enthalten. Seltener erſcheinen zwei Kernbildungen in einer Zelle. Während nun ein großer Theil der letzteren zu ſchwinden ſcheint, verwandeln ſich andere in die von Gerber ſogenannten Knochenzellen. Wie nämlich die Balken, wenn ſie oſſificiren, ein granulirtes Ausſehen annehmen und dunkel werden, ſo werden auch die Knorpelkörperchen feſter und erſcheinen oft von ihrer granulirt werdenden Zelle umgeben. Die erſte Knochenmaſſe bildet ſo ein kalkiges granulirtes Balkennetzwerk, in und an welchem man noch oft Knochenzellen und Knochenkerne erkennt. Erſt durch die Mittelſtufe eines ſolchen Netzwerkes, welches von zahlreichen ernährenden Blutgefäßnetzen durchzogen wird, geht die Knochenmaſſe, ſelbſt wenn ſie compacter wird, hindurch. Zuerſt tritt ſpongiöſe Subſtanz auf und füllt ſich dadurch, daß ſich an den Knochenbälkchen immer mehr neue Knochenzellen erzeugen. Sehr ſchön ſieht man dieſes an dünneren Knochen, z. B. den Muſchelbeinen junger Wiederkäuer, vorzüglich ſobald man ſie trocknet und dann unter Terpenthinöl unterſucht. Allein auch an den neugebildeten Knochen menſchlicher Embryonen laſſen ſich Erfahrungen der Art machen. Schon an friſchen Theilen junger Knochen fallen helle, unregelmäßig rundliche, hohle Körper, die allmälig deutlich in die wahren Knochenkörperchen übergehen, auf. Bisweilen wird dann um ſie die umgebende Knochenzelle kenntlich; daß aber auch ſie vielleicht, ähnlich den Knorpelkörperchen, durch Theilung und durch Bildung von Zellen in Zellen vermehrbar ſei, deutet der Umſtand an, daß man bisweilen zwei bis mehre dicht bei einander erblickt. Erfolgt die theilweiſe Obliteration vieler mit Blutgefäßen verſehener Knochenkanälchen durch neuen Anſatz von Knochenzellen nicht, ſo entſteht wahrſcheinlich die als Osteoporosis regularis beſchriebene Krankheitsform, ſo wie umgekehrt aus einer pathologiſchen Vergrößerung dieſes Proceſſes die elfenbeinartige Verhärtung des Knochens hervorgehen kann. Die anfangs mehr dem Rundlichen ſich annähernden, obgleich faſt durchgängig unregelmäßigen und zum Theil ſchon zackigen Knochenkörperchen treiben wahrſcheinlich innerhalb der verſchmolzenen Knochenzellen [1]) Aeſte, werden allmälig dunkler und erlangen endlich in vorherrſchender Menge ihre mehr längliche ſchmale Geſtalt. Auch die Grundmaſſe des Knochens verändert ſich auf eine durch Worte ſchwer auszudrückende Art. Sie wird weniger granulirt und mehr ſchuppig als faſerig. Wahrſcheinlich auf ähnliche Weiſe erfolgt auch der Verknöcherungsproceß bei der Callusbildung und bei der krankhaften ächten Knochenmaſſe, während knochenähnliche Bildungen in knochenkörperähnliche Höhlungen und Spalten Kalkſubſtanz mechaniſch aufnehmen können, ohne daß eine vollſtändige Knorpel- und Höhlenformation vorausgeht. Verliert ein Knochen an einer Stelle durch Erweichung, durch Caries u. dgl. ſeine Kalkſalze, ſo werden die kalkfüh-

[1]) Bisweilen nämlich erkennt man um das Knochenkörperchen mit ſeinen ſtrahlig ausgehenden Aeſten einen mehr oder minder deutlichen Zellencontour. Intereſſant iſt es, daß Henle ſchon etwas Aehnliches an Knorpelkörperchen der Epiglottis wahrgenommen hat.

renden Strahlen und die Knochenkörperchen allmälig hell und durchsichtig, ehe die Grundmasse selbst angegriffen wird.

Außer den Blutgefäßen und Nerven, welche in den Knochen enthalten sind, bildet der Knochenknorpel, der nach den Beobachtungen von Joh. Müller bei dem Kochen in Colla und nicht in Chondrin aufgelöst wird, die organische Grundlage, während eine größere Menge von feuerbeständigen Salzen die Härte und Festigkeit dieser Gebilde hervorruft. Nach Berzelius beträgt die Menge der feuerflüchtigen Bestandtheile der Menschenknochen 33,40%. Doch sind die Quantitäten nach den Erfahrungen von Berzelius, Lassaigne, Sebastian, Rees und mir nach den einzelnen Knochen (und den einzelnen Thieren) schwankend. Dichte Knochensubstanz enthält mehr Asche, als Marksubstanz. 100 Theile Asche von menschlichen Knochen gaben Berzelius 86,4% basisch phosphorsaure Kalkerde und Fluorcalcium, 9,3% Kalk, 0,3% Talk, 2,0% Natron und 2% Kohlensäure. In der Asche der Tibia eines gesunden 30jährigen Mannes z. B. fand ich 85,40% basisch phosphorsauren Kalk, 12,37% kohlensauren Kalk, 0,41% phosphorsauren Talk, 1,47% Chlornatrium und 0,33% kohlensaures Natron.

Bei dem halbweichen Zustande der meisten thierischen Theile gewähren die Knochen dem ganzen Körper Form und Haltung und dienen zugleich einerseits als dichte Behälter, um zartere Theile zu bergen und anderseits als Hebel für die Action der Muskelbewegung, indem sie zugleich durch ihre Starrheit der ungezügelten Contraction der Muskeln einen Widerstand entgegensetzen.

Anhang. — Bei den wirbellosen Thieren werden die Hartgebilde, so viel wir bis jetzt wissen, durch andere Theile, als durch die wahren Elemente der Knochensubstanz hervorgebracht. Abgesehen von den schon bei dem Horngewebe erwähnten hornigen Hartgebilden gehören hierher z. B. der Sepienknochen, der schon dem freien Auge einen lamellösen Bau darbietet, keine wahre Knochenstructur, sondern eine mehr granulirte Masse zeigt und von dem Schliffe oft ein zierliches Gitterwerk unter dem Mikroskope erkennen lassen. Die Hartgebilde von Krebsen bestehen aus Schichten von sogenannten Röhrchenmembranen, d. h. Anhäufungen polyedrischer Zellen, in welchen außer der chemisch gebundenen kohlensauren Kalkerde noch solche mechanisch in Röhrchen, die gleich den Porenkanälen der Pflanzen in den Wandungen stehen, abgelagert ist. Die speciellen Details des Baues der Schneckengehäuse und der anderen härteren Theile sind noch nicht genauer untersucht. In der Schaale der Meßmuschel besteht die innere perlmutterartige Substanz aus über einander liegenden, gebogenen Blättern, welche theils fast parallele, theils unregelmäßige Wellenlinien erkennen lassen. Die äußere gelbe Substanz zeigt krystallinische polyedrische Faserbündel, welche an ihren Endflächen pflanzenzellgewebeähnliche Figuren darstellen. Bei den Echinodermen werden die kalkigen Theile durch oft sehr zierliche Formen und Gruppen von Kalknetzen hervorgebracht. Solche beginnende Kalkablagerungen in Form von Streifen, Keulen, Gabeln, einfacheren oder zusammengesetzteren Netzen finden sich auch in vielen inneren Organen in oft mikroskopisch kleinen Partien abgelagert. Bekannt sind endlich die Kieselpanzer der Infusorien mit ihren zierlichen Warzen, Knöpfchen, Streifen, Kerben und anderen mannigfachen, ihre Gestalten dem Auge so angenehm machenden Figuren.

12. Zahngewebe.

In den ausgebildeten nicht hornigen Zähnen sind einerseits der Schmelz und anderseits das Zahnbein oder Elfenbein mit seiner ächten Zahnsubstanz und seinem Cämente zu unterscheiden. Da die Mannigfaltigkeit der Bildungen,

welche rücksichtlich der Form und Ausdehnung dieser Elemente bei den Thieren vorkommen, eben so groß, als bei dem Knorpel- und Knochengewebe ist, und eine Darstellung selbst der merkwürdigsten Punkte zu weit führen würde, so werden wir hier nur vorzugsweise den Menschen und einzelne Haussäugethiere berücksichtigen, müssen aber wegen der übrigen die Thiere betreffenden Punkte besonders auf die in dieser Hinsicht ausführlicheren Arbeiten von Retzius, Owen und Erdl verweisen.

Bekanntlich bildet die ächte Zahnsubstanz oder das Zahnbein die innere Hauptmasse des Zahnes, während bei dem Menschen der Schmelz die Krone, der Zahnkitt oder der Cäment als eine viel dünnere Lage den Alveolartheil des Zahnes überzieht. Der letztere kann dann schon bei dem Menschen wuchern, erscheint aber bei vielen Thieren allein oder neben einer noch specieller zu erforschenden braunen Substanz reichlicher. Am anschaulichsten werden diese Substanzen bei dem Menschen vorgeführt, sobald man einen feinen Längenschliff eines Schneide- oder Eckzahnes untersucht. An einem Präparate der Art sehen wir nun bei schwacher Vergrößerung, daß in der ächten Zahnsubstanz dicht gedrängte faserartige Gebilde, die Zahnröhrchen von der Zahnhöhle aus nach der Oberfläche gegen Schmelz und Cäment hin und zwar so streichen, daß sie gegen die Kronenspitze des Zahnes hin mehr senkrecht stehen, weiter nach abwärts schiefer, endlich horizontal werden und gegen die Wurzelspitze hin eine mehr nach abwärts gehende Richtung annehmen. Die durch das Schleifen mit Spalt- oder mit Rißflächen versehene Schmelzsubstanz wird nach unten dünner und hört an dem Halse auf, um der sehr dünnen Lage von Cäment, welche den Wurzeltheil des Zahnes bekleidet, Platz zu machen oder es greift wohl auch, jedoch selten die Cämentschicht über das untere Ende der Schmelzlage über. Mehrwurzelige Zähne erscheinen gewissermaßen als Verschmelzungsbildungen so vieler einwurzeligen als Wurzeln vorhanden sind. Nur stehen die Zahnröhrchen gegen die Kaufläche und die mehr horizontale Alveolarfläche hin mehr senkrecht. Betrachten wir nun solche Schliffe unter stärkerer Vergrößerung, — wobei das Befeuchten mit Terpenthinöl, wie bei Knochen und Horngebilden, sehr gute Dienste leistet, — so sieht man zunächst, daß die Zahnröhrchen einerseits größere Biegungen bilden, anderseits aber an und für sich nicht gerade und steif, sondern wellig verlaufen (Fig. 88). An vielen Stellen erscheinen sie als hohle, von Doppellinien begrenzte Kanälchen, die bei Mangel an Füllung ganz hell, bei Anfang derselben an den Rändern, bei vollständigerer Ablagerung von Kalkmasse mit sehr deutlich erkennbaren, bisweilen successiv hinter einander liegenden Kalkkörnchen gefüllt sind. Nach Retzius öffnen sie sich nach innen in der Alveolarhöhle. Nach außen dagegen werden sie zarter, theilen sich auf ihrer Bahn von innen nach außen nicht selten gabelig und gehen oft am Rande in eine Menge feiner zierlicher Büschelzweige aus. Hierbei anastomosiren sie nicht selten unter einander. Ja es entstehen, wie schon Erdl gesehen hat und ich selbst ebenfalls z. B. in der Wurzel des menschlichen Schneidezahnes beobachtet habe, Umbiegungen der Kanälchen, die in ihrer Form ganz an die Endumbiegungsschlingen der Nerven erinnern. Oft bilden Zweigchen eines und desselben Astes solche Netze und Schlingen, die häufig an dem Cämente feiner sind, während sich noch zum Theil stärkere Röhrchen bis zur Schmelzsubstanz erstrecken. Schon an fortlaufenden Röhrchen, z. B. von Querschliffen des Kronentheiles eines menschlichen Backenzahnes erkennt man bisweilen nach außen von den Begrenzungslinien ihres Lumens einen hellen Streifen. Häufig sieht man eine vollständige helle Umgebung an Röhrchen, welche durch den Schliff quer bis schief durchschnitten sind und wo dann die gefüllten Röhr-

chen wie schwarze rundliche bis eckige Punkte, die halbgefüllten heller mit meist dunkeleren Rändern und die entleerten noch heller erscheinen und wo sich die Regularität der Stellung von allen auf eine sehr zierliche Weise kund giebt. Ob diese hellen, nur sehr inconstant und an einzelnen Schliffen gar nicht zu beobachtenden Ringe durch die selbstständige Wandung der Zahnröhrchen hervorgerufen werden, ist noch sehr zweifelhaft. Meistentheils ist, wenn man natürlich von den durch das Schleifen entstehenden Strichen absieht, die zwischen den Zahnröhrchen befindliche Grundsubstanz einfach. Doch erschienen mir auch schon an einzelnen Stellen von Schliffen des Kronentheiles menschlicher Backenzähne bei beschattetem Lichte feine auf eine Zusammensetzung aus Fasern hindeutende Linien, welche sehr dicht bei einander und in derselben Richtung, wie die beiden benachbarten Zahnröhrchen verliefen. Henle hat einen solchen feinfaserigen Bau der Grundsubstanz durch seine an dem durch Säure dargestellten und dann in Wasser macerirten Zahnknorpel gemachten Studien specieller nachgewiesen. Es zeigten sich dann bei dem Abreißen gegen die Oberfläche hin keilförmige Fasern, welche aus mikroskopischen blassen, an den Rändern rauhen, körnigen, in Essigsäure unlöslichen Fasern bestehen. Ganz so mit Ausnahme dessen, daß mir ihre Plattheit nicht ganz deutlich wurde, daß sie aber auch mich durch ihre Form an Linsenfasern erinnerten, beobachtete ich sie nach Erweichung des Zahnes durch verdünnte Salpetersäure. Zugleich ereignet sich hier nicht selten, daß an den Rißflächen einzelne Zahnröhrchen hervortreten und so die Selbstständigkeit ihrer Wandungen manifestiren.

Die Cämentsubstanz des Menschen erscheint als eine helle Masse, in welcher Knochenkörperchen mit kalkführenden Strahlen liegen (Fig. 89.). Sie gleichen rücksichtlich ihrer Verbreitung und ihres Inhaltes ganz den gewöhnlichen Knochenkörperchen. Nur zeigen sie sich öfter rundlich, einseitig geschwänzt, eckig u. dgl. Die zahlreich von ihnen auslaufenden und sich unter einander häufig verbindenden Kanälchen bieten nicht selten etwas Perückenartiges dar. Ihre Füllung und ihre Menge ist sehr verschieden. Markkanälchen finden sich in dem (in keiner Wucherung begriffenen) menschlichen Cämente nicht [1]), stellen sich dagegen z. B. in dem des Pferdes auf eine sehr schöne Weise dar. Obgleich hier um diese schon deutliche Knochenblätter concentrisch erscheinen, so ist doch oft die Schichtung und der lamellöse Bau minder auffallend, als in den Knochen, während wir anderseits auch bei gesunden Pferdezähnen viele Knochenkörperchen leer und ohne sehr in die Augen fallende Kalkkanälchen, andere allein mit Knochenerde dicht gefüllt, noch andere mit gefüllter eigener Höhle und vollen Strahlen vorfinden. Diese verschiedenen Formen sind bald mehr gruppenweise vertheilt, bald finden sie sich vereinzelt dicht neben einander. An ihnen erhält man oft besonders deutlich Anschauungen, welche beweisen, daß der in den Höhlungen der Knochenkörperchen enthaltene Kalk sich zuerst an der inneren Oberfläche der Wandungen absetzt. Auf Längenschnitten des Schneidezahnes des Pferdes erscheinen vorzüglich nach Befeuchtung mit Terpenthinöl, die Knochenkörperchen häufig von zellenartigen Ringen umgeben. Bisweilen liegen auch zwei zum Theil noch zusammenhängende Knochenkörperchen in Einer Zelle. Diese Anschauung stellt sich vorzüglich leicht nach innen gegen die Außenfläche der ächten Zahnsubstanz hin dar. Zwischen Schmelz und Cäment findet, wo sie zusammenstoßen, kein merklicher Uebergang Statt, viel-

[1]) In einem angeblich von einem menschlichen Backenzahne herrührenden Präparate unsers Museums sind jedoch auch solche vorhanden.

mehr greifen beide Substanzen da, wo sie an einander grenzen, mit entgegengesetzten Wellenzacken in einander. Dagegen sehen wir eben schon in dem Schneidezahne des Pferdes mit Kalk gefüllte Zweigchen der Zahnröhrchen in der Cämentsubstanz verlaufen, und sich theils unter einander, theils wahrscheinlich mit kalkführenden Strahlen der Knochenkörper verbinden, obgleich auch hier noch eine wellig zackige Grenze zwischen beiden Substanzen existirt. Erinnern wir uns nun dessen, was bei den Knochen über das Verhältniß der Knochenkörperchen und der kalkführenden Strahlen angeführt worden und bedenken wir, daß in der Thierwelt die Zahnröhren und die Strahlungen der Knochenkörperchen so oft in einander übergehen, so werden wir zu der Ueberzeugung gelangen, daß ächte Zahnsubstanz, Cäment und Knochensubstanz drei vorzüglich durch ihre Höhlensysteme verschiedene Modificationen eines allgemeinen Gewebtheiles, bei welchem die reichlich angezogenen Kalksalze zunächst chemisch gebunden und in ihrem Ueberschusse in die gerade vorhandenen Höhlen mechanisch, wie die festen Salze in einer übersättigten Solution niedergelegt werden, sind.

Ganz verschieden dagegen erscheint der Schmelz, welchen eigenthümliche, solide Fasern, die sogenannten Schmelzfasern, zusammensetzen. Wo er dem Laufe seiner Fasern entsprechend durchschnitten ist, erscheinen diese dicht, steif und geradlinigt bis gebogen an einander liegend und zeigen oft an sich quere Streifen, welche zunächst an die ähnlichen Gebilde der Linsenfasern erinnern. Bei schiefen Durchschnitten sieht man schiefe wellig bis winkelig in einander greifende dunkele Randlinien. Auf queren Schliffen sind sie nicht selten eckig und aus der Betrachtung isolirter Prismen scheint zu folgen, daß sie dann sechsseitige Gestalten oder ähnliche Figuren bilden. Läßt man einen Zahn einige Zeit in verdünnter Salzsäure liegen und untersucht die theils von selbst abgehende, theils leicht abschabbare gallertartiger Kieselsäure nicht unähnliche Masse, so findet man nicht selten Faserfragmente, die ganz wie eine Oscillatorie in kurzen Distanzen folgende Querseptа haben, zum Belege, daß diese wahrscheinlich nicht von aufliegenden feineren Fasern herrühren. Diese eng an einander gefügten Schmelzfasern bilden die harte und spröde und regulär springende Schmelzsubstanz, welche schon nach außen nicht eben ist, nach innen dagegen wellige Zacken darstellt, um zwischen die Erhabenheiten der ächten Zahnsubstanz einzugreifen. Zwischen beiden erscheint bisweilen, wie zwischen dem Zahnbeine und dem Cäment, ein structurloser oder mit einzelnen durch das Schleifen abgebrochenen verschiedenartigen kalkführenden Kanälchen versehener Streif. — Von der Structur des Zahnsäckchens (des Menschen) wird in dem dritten Abschnitte gehandelt werden.

Die Entwickelungsverhältnisse der Zahngewebe hängen mit der noch nicht genügend klar gekannten Entwickelungsweise der Zähne innig zusammen und sind daher auch noch sehr dunkel. Berücksichtigen wir dasjenige, was oben über die Verwandtschaft der Zahnröhrchen mit anderen Höhlungen der Knochen gesagt worden, so ließe sich erwarten, daß sie auch auf ähnliche Weise entständen, daß die Höhlen durch Theilung der Kerne und durch Formation von Zellen in Zellen, so wie durch longitudinale Verschmelzung der letzten, gleichsam als der Knochenkörperchen der Pulpa entstehen. Allein nach den Untersuchungen von Purkinje, Raschkow und Schwann scheinen sie vielmehr durch longitudinale Verschmelzung von Zellen, die sich in der Pulpa von innen nach außen entwickeln, erzeugt zu werden, und ich sah ebenfalls bei dem fünfmonatlichen Embryo Faserzellen mit Kernen. Noch dunkeler ist die specielle Bildungsweise der Schmelzfasern, welche sich nach den Beobachtungen von Joh. Müller bei jungen in der Bildung begriffenen Zähnen leicht von einander trennen-

und als zugespitzte Nadeln erscheinen. Vielleicht daß von der Schmelzmembran aus eine Menge dicht bei einander befindlicher Gebilde entstehen und vererden, und daß dann eine neue Reihe erzeugt, wieder vererdet u. s. f. So sehr diese Annahme auch nach der Entdeckung der Zellenverhältnisse bestritten worden, so dürften sich vielleicht durch sie die Querstreifen der Schmelzfasern erklären, während anderseits die Analogie der Erzeugung der Röhrchenmembranen in der Schaale des Flußkrebses und noch mehr die Bildung der gelben Substanz der Muschelschaalen Parallelen hierzu lieferten. Man sieht hieraus, daß diese Punkte sehr dringend neue, dem Standpunkte der Zeit entsprechende Untersuchungen nöthig haben. Entständen die Zahnfasern aus verschmolzenen früheren Zellenhöhlen, so würden sie sich eher den Markkanälen des Knochens parallel stellen und die ächte Zahnsubstanz gliche mehr derjenigen Form der thierischen Knochensubstanz, bei welcher die Knochenkanälchen sich durch fortgehende Verästelung immer mehr verfeinern, mit ihren Zweigchen zum Theil Netze bilden und selbst an einzelnen Stellen zu Knochenkörperchen zusammenstoßen.

Eine Regeneration des Zahngewebes ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden. Bei zwei in unserm Museum befindlichen Backenzähnen des Pferdes sind wahrscheinlich durch eine frühere Verwundung entstandene Spalten des Schmelzes sowohl, als der ächten Zahnsubstanz, wie die mikroskopische Untersuchung von Schliffen lehrte, durch ächte Knochensubstanz verheilt. Bekannt ist dagegen die neben Haarbildung vorkommende Erzeugung von Zähnen und zahnartigen Stücken in Geschwülsten, vorzüglich des Eierstockes. Bereiten wir uns einen durch die Oeffnung gehenden Längenschliff eines cariösen Zahnes, so finden wir, daß die Zahnröhrchen oft bis dicht an den Rand des unregelmäßig ausgefressenen Loches kenntlich bleiben. Rücksichtlich ihrer Füllung mit mechanisch abgelagerten Kalksalzen ist ihr Verhalten sehr verschieden. Oft trifft man nicht weit von der cariösen Stelle durchaus stark und normal gefüllte Zahnröhrchen. Oft entfalten sie nur stellenweise successive Körnchen oder erscheinen strichweise dunkel, während sie gegen die Oeffnung hin so hell werden, daß man sie bisweilen nur bei Beschattung in der Grundmasse erkennt. Dicht an dem Rande der Oeffnung haben sie in der Regel keine Füllung und werden hier oft selbst undeutlich. Die schmutzig braungelbe Färbung, welche meist die Ränder des Loches umgiebt, rührt nicht von den Röhrchen, sondern von einer das Ganze tingirenden Coloration her.

In der ächten Zahnsubstanz des Menschen, unzweifelhaft inclusive der geringen hier vorhandenen Cämentmenge, fand Berzelius 28% Knorpel und Gefäße, 64,3% basisch phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium, 5,3% kohlensaure Kalkerde, 1,0% phosphorsaure Talkerde und 1,4% Natron mit etwas Kochsalz. Der Schmelz des Menschen dagegen enthielt 88,5% basisch phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium, 8,0% kohlensaure Kalkerde, 1,5% phosphorsaure Talkerde und 2% organische Stoffe, Alkali und Wasser. Sein Gehalt an Kieselsäure wurde schon in dem Art. Ernährung erwähnt.

Bei dem Kauen wirkt der Schmelz durch seine Härte auf eine ausgezeichnete Weise, wie es weder die ächte Zahnsubstanz, noch das Cäment zu thun vermöchte. Ist er an einer Stelle abgesprungen, so sind an dem entsprechenden Punkte die anderen Substanzen nicht nur nicht tauglich, gleiche mechanische Functionen auszuüben, sondern gehen an der freien Stelle, wahrscheinlich durch Einwirkung der Luft, bald zu Grunde. Daher auch der Schmelz bei seiner glasartigen Sprödigkeit einerseits und seiner leichten Angreifbarkeit durch Säuren anderseits so oft verödet, was die erste Veranlassung zur Verderbniß des Zahnes wird.

In dem an den Zähnen sich absetzenden Weinsteine finden sich auch meist bestimmte organische Gebilde, wie z. B. 1. Meist runde Zellen, welche einen einfachen oder mehrfachen Kern darbieten oder oft ganz körnig sind, oft neben dem Nucleus einen mit Körnchen versehenen Inhalt haben und im Wasser leicht aufschwellen. 2. Die von Leeuwenhoek und Bühlmann beschriebenen, sich häufig biegenden, aber sehr brüchigen, oft haufenweise liegenden, bisweilen auf einer rundlichen körnigen Masse büschelweise sitzenden feinen Fäden, welche in ungeheurer Menge selbst an reinlich gehaltenen Zähnen vorkommen und sich im Feuer unverändert erhalten. 3. Minder constant, aber auch bisweilen in sehr bedeutender Menge sehr kleine, lineare, wie es scheint, leicht in Wasser absterbende, sich oft aalartig krümmende Infusionsthierchen, welche ich in warmen Sommertagen in außerordentlicher Zahl beobachtete. Wie die Verhältnisse der in Säure erweichten Zähne lehren, scheint endlich noch zwischen diesen Ansatzbildungen und dem Zahne, also an der Oberfläche des Schmelzes ein feines zelligtes Epithelium, wenigstens in nicht seltenen Fällen zu existiren.

13. Drüsengewebe.

Mit dem Namen der Drüsen im Allgemeinen bezeichnet man Apparate, in welchen die Blutgefäße mit heterogenen, durch bestimmte Wandungen begrenzten Räumen in Berührung kommen, um auf dem Wege der Exosmose oder dieser und der Endosmose Absonderungsproducte herzustellen oder eine Wechselwirkung zwischen den in jenen Räumen enthaltenen flüssigen Substanzen und dem Blute zu unterhalten. Bei dieser weiten Begriffsbestimmung werden sehr heterogene Gebilde, deren genauerer Bau zum Theil noch gar nicht bekannt ist, unter dieser allgemeinen Rubrik aufgeführt. Specieller unterscheidet man drei Hauptabtheilungen: 1) Drüsen mit offenen Ausführungsgängen oder Absonderungsdrüsen oder conglomerirte Drüsen, 2) Blutgefäßdrüsen und 3) Lymphdrüsen oder conglobirte Drüsen.

a) Conglomerirte Drüsen.

Schon in dem Artikel Absonderung wurde die Grundidee, nach welcher diese Gebilde gebaut sind, dargestellt und angeführt, daß wir bei den Gängen oder Röhren derselben drei in einander geschichtete Formationen anzunehmen haben. Da auch dort schon zum Theil in das Näherere der Drüsenbildung und der einzelnen functionellen Punkte eingegangen worden, so brauchen wir hier nur noch supplementarisch meist speciellere Data hinzuzufügen. Betrachten wir nun zuerst die allgemeineren Theile jeder absondernden Drüse, so sehen wir, daß der einfache oder mehrfache, eingewickelte oder verästelte Drüsenschlauch als Innenformation eine Epithelialbildung, als Mittelformation eine eigene Mittelhaut, als äußere Formation eine mehr unbestimmte Zellgewebeschicht hat. Auf die scheinbar ausnahmsweisen Verhältnisse der compacten Leber des Menschen und der Wirbelthiere werden wir in der Folge noch zurück kommen. Die Innenformation kann insofern als ein Epithelialüberzug betrachtet werden, als sie die innere freie Oberfläche der Drüsenkanälchen bekleidet und als ihre Zellen mit den gewöhnlichen Epithelialzellen mehr oder minder verwandt, oft selbst in untergeordneten Einzelheiten mit ihnen identisch sind. In den bei weitem meisten Drüsen gehört diese Epithelialbildung zu den Pflasterepithelien oder den Cylinderepithelien oder zu Mittelformen zwischen beiden. Nur ausnahmsweise wird ein Flimmerepithelium (s. d. Art. Flimmerbewegung) hergestellt. Selbst wenn Membranen, welche die Ausführungsgänge kleinerer oder größerer Drü-

senkaufnehmen, flimmern, braucht die Epithelialformation, obgleich sie bald darauf in die flimmernde Epitheliumbildung übergeht, keine Wimpern zu tragen. Sehr deutlich erscheint dieses z. B. in den Afterdrüsenschläuchen des Sumpf-Triton, die nicht flimmern, und der Kloake, welche flimmert. Im Allgemeinen gilt, wie schon in dem Art. Absonderung berührt wurde, das Gesetz, daß in den blinden Anfängen zusammengesetzter Drüsen die Epithelialformation auf einer niedern Ausbildungsstufe erscheint und je weiter nach dem Hauptausführungsgange hin um so entwickelter und meist mehrschichtiger wird, so daß dann in dem letztern Falle die obersten Lagen höhere, die untersten niedere Ausbildungsgrade darbieten. Bei einfachen Drüsenschläuchen findet diese Differenz nicht Statt. Eine Art von Epithelium oder mehre einander verwandte Formen kleiden das ganze Rohr aus. In den blinden Anfängen erscheinen häufig bloße Kerne, welche mit Körnchen verschiedener Art noch in den feineren Drüsengängen existiren können. Dann treten aber kleine Zellen mit verhältnißmäßig großen Kernen, dann größere Zellen und endlich selbst platte Blättchen auf. Wann mehr pflasterförmige, wann mehr cylindrische Epithelienzellen erscheinen, hängt von noch nicht genau bekannten Verhältnissen ab. Kleinere einfache Drüsengruben und Drüsenschläuche haben öfters ein Cylinderepithelium oder wenigstens niedere zu dem Uebergangsepithelium gehörende Cylinderchen, mag die Haut, in welche sie münden, ein Pflaster- oder ein Cylinder- oder ein Flimmerepithelium besitzen, wie z. B. für den erstern Fall die Magendrüsen, für den zweiten die Lieberkühn'schen Drüschen, für den dritten die erwähnten Schläuche der Afterdrüsen der Tritonen beweisen. Bei den durchsichtigen einfachen Drüsenschläuchen der erwähnten Art sieht man dann an dem Rande einen breiten herumgehenden Streifen, welcher durch Querseptа getheilt ist, d. h. die senkrecht pallisadenartig neben einander stehenden meist niederen und quer abgestutzten Säulchen oder Cylinderchen, während man an der obern und der untern Fläche die Epithelialzellen in ihren horizontalen Flächen pflasterförmig und oft polyedrisch angeordnet sieht. Bei größeren Drüsen tritt der Fall, wie es scheint, am häufigsten ein, daß in den blinden Enden und den Drüsenröhren untergeordneten Ranges mehr Pflasterepithelium-, in den größeren Ausführungsgängen mehr Cylinderepitheliumbildungen vorkommen. Was aber die Schwierigkeit der genauern Erkenntniß und Bestimmung dieser Epithelien bei den in Function befindlichen Drüsen sehr vermehrt, sind vorzüglich zwei Umstände, 1) daß viele Zellen gegen andere Flüssigkeiten, als ihr Secret, sehr empfindlich sind, platzen, ihren Inhalt ergießen, ihre Kerne verändern u. dgl. mehr. Die Zellen der Afterdrüsen der Tritonen, der Harnkanälchen und anderer Drüsen der Embryonen bersten z. B. durch Wasser, wobei in der Regel ihr Kern auch anschwillt. Die Nuclei der Zellen der Samenkanälchen (Fig. 69) verändern sich durch Wasser sehr leicht, werden hell und zeigen sich als helle körnige Kugeln oder als wahre Zellen mit enthaltenen gehäuften oder zerstreuten Körnchen u. dgl. mehr. Oft treten dann feine Körnchen aus dem Zelleninhalte oder selbst dem angeschwollenen Nucleus heraus; oft dagegen scheinen neben den Zellen auch Elementarkörnchen verschiedener Art schon von vorn herein vorhanden zu sein. 2) Es läßt sich nun leicht denken, daß manche Secrete von Anfang an wegen ihres Inhaltes an Wasser und anderen störend wirkenden Stoffen die Bildung eines vollständigen Epithelium einfach chemisch hemmten. Die Harnkanälchen z. B. eines 2 — 3zölligen Wiederkäuerembryo, in welchem die Wolff'schen Körper noch mäßig bedeutend sind und noch gelbes, mit Oeltropfen geschwängertes Secret enthalten, zeigen das schönste Pflaster- bis Uebergangsepithelium. In denen des Erwachsenen haben wir meist nur

Kernbildungen. Man könnte sich dann vorstellen, daß nur da, wo die Epithelialzellen durch Schichtung der Kernbildungen Schutz finden, sie sich erhalten und so weit fort entwickeln, daß sie der Einwirkung des Secretes gebührenden Widerstand leisten können. Allein dann müßten die Zellen gegen die Mittelformation, die Kerne gegen die Höhlung des Drüsenrohres hin liegen, was nicht der Fall ist und anderseits erscheinen bisweilen selbst Zellen in Theilen, die mit Secret gefüllt und noch nicht mehrfach geschichtet sind. Es müssen daher noch andere uns unbekannte Verhältnisse obwalten, welche es bestimmen, ob in einem Theile einer Drüse bloße Kerne mit oder ohne Kernchen oder Zellen vorkommen. Häufig finden wir gegen die Boden der Drüsen hin eine reichlichere Ablagerung von körnigen und Kerngebilden. Allein auch hierin zeigen sich nach dem Secrete viele Verschiedenheiten. Die Schleimdrüsen, wie vorzüglich die des weichen Gaumens des Schlundes, die Brunn'schen Drüsen erscheinen heller und weniger körnig in ihren Endköpfchen. Bei den Speicheldrüsen sind diese schon meist bedeutend dunkler und körniger. Die Harnkanälchen erscheinen in der Regel noch dunkler. Die fettabsondernden Talgdrüsen bieten besonders uns die Fettkugeln des Secretes auf eine in die Augen fallende Weise dar, u. dgl. mehr. Schon in dem Art. Absonderung wurde angeführt, in wiefern diese Verschiedenheiten und die ihnen zum Grunde liegenden Veränderungen und die Losstoßungsprocesse der Epitheliumzellen zu Vorstellungen über die Absonderung Veranlassung gegeben haben. Rücksichtlich der Textur der Mittelhaut der Drüsen gelangte man zu verschiedenen Ansichten, jenachdem man von den größeren oder von den kleinsten Ausführungsgängen ausging, da man sie in dem erstern Falle für faserig, in dem letztern für einfach, homogen hielt. Bei beiderlei Meinungen ist ein endosmotisches Durchschwitzen behuf der Absonderung möglich. Denn hat die mittlere Drüsenmembran einen faserigen Bau, so kann man sich die Absonderungsverhältnisse durch Capillardurchgang durch die zwischen den Fasern befindlichen Interstitien so denken, wie es in dem Art. Absonderung dargestellt worden. Erscheint aber eine Haut auch bei unseren stärksten Vergrößerungen einfach, so läßt sich eine endosmotische Thätigkeit ebenfalls annehmen, da wir bei der primären Wandung der Pflanzenzellen, vielen Membranen thierischer Zellen, den meisten Umhüllungshäuten der Linsenkapsel, der innersten Haut der Lymphgefäße und der Blutgefäße ebenfalls Transsudation beobachten, ohne daß in ihnen eine mit Porenbildung versehene Structur dem sinnlichen Auge kenntlich wäre. Bei der bei weitem größten Menge der letzten Enden oder der Endtheile der Drüsenröhren erscheint die Mittelhaut hell und durchsichtig und läßt weder im frischen Zustande, noch durch Reagentien Fasern nachweisen. Bisweilen zeigen sich an den Endknöpfchen der Drüsen meist bogige, mit scheinbaren kleinen Knötchen versehene, nur bei gedämpftem Lichte sichtbare Striche, — eine Formation, welche auf Faserbildung zwar hindeutet, von der es aber, wie wir sehen werden, zweifelhaft bleibt, ob sie hierher gehört oder nicht. Da bei flächenhaft aufliegenden Drüsenröhren zu beiden Seiten ein um so dickerer bandartiger Streif, je stärker die Wandung des Drüsenschlauches ist, erscheint, so bemerkt man in dieser bisweilen eine vollständige oder unvollständige Längenstreifung, die jedoch nie mit Bestimmtheit eine Zusammensetzung aus Fasern anzeigt, vielmehr auch auf Schichtbildung deuten kann, vorzüglich aber durch Faltung und durch optische Ursachen hervorgerufen wird. Dagegen glaube ich bestimmt noch in den feinsten Samenkanälchen des menschlichen Hoden eine faserige Zusammensetzung der Mittelhaut wahrgenommen zu haben. An den geraden Harnkanälchen des Kaninchen erschien mir bisweilen nach Behandlung mit Weinsteinsäure eine Streifung, wie sie Fig. 71

gezeichnet worden. Doch sind dieses Alles nur Ausnahmsfälle, während sich sonst die Mittelhaut der Endtheile größerer, so wie der kleineren Drüsen glashell und durchsichtig darstellt. Anderseits dagegen gewahrt man in den größeren Ausführungsgängen, dem Hauptausführungsgange und Nebenbildungen des letztern, wie z. B. in der Gallenblase neben Zellgewebefäden mehr oder minder deutliche platte meist mit aufliegenden rundlichen bis länglichen Kernen versehene Fasern, welche den einfachen Muskelfasern sehr nahe stehen, wo nicht mit ihnen identisch sind. Nach dem gegenwärtigen Standpunkte muß es daher im Allgemeinen unentschieden bleiben, ob die Mittelformation der kleineren Drüsen und der Endtheile der größeren wahrhaft eine einfache durchsichtige Membran ist und sich erst später bei der Vergrößerung der Drüsengänge zellgewebige und muskulöse Fasern von außen anlegen, während die frühere glashelle Mittelhaut schwindet oder als Begrenzungshaut gegen das Epithelium hin bleibt, oder ob es erst bei einer gewissen bedeutendern Größe der Drüsengänge zu einer mit unseren gegenwärtigen Hülfsmitteln kenntlichen Fasersonderung kommt. Für die größere Wahrscheinlichkeit der erstern Annahme dürften jedoch mehre Erfahrungen sprechen. Bereiten wir uns mit dem Doppelmesser einen Querschnitt durch die Oberfläche eines Lungenlappens, entfernen die in den Höhlungen der Bronchialverästelungen enthaltene Luft und untersuchen unter bloßem Wasser, so sehen wir unterhalb des Epithelium oder noch besser nach Entfernung desselben einen geradlinigten scharf gezeichneten Rand, hinter welchem entweder unmittelbar oder nach einem meist schmalen hellen Zwischenraume die Fasern beginnen (Fig. 72). Hier scheinen also die Fasern, welche selbst bis zu den feineren Endtheilen, den Lungenbläschen, reichen, nur so viel von der hellen gleichförmigen Mittelformation übrig zu lassen, daß diese als helle rudimentäre oder breitere Streifen erscheint. Ganz ähnliche Verhältnisse stellen sich dar, wenn wir die Wandungen größerer Drüsengänge nach Entfernung ihrer Epithelialbildungen untersuchen. Wichtiger als die Entscheidung dieser mehr theoretischen Punkte ist der Nachweis muskulöser Fasern in der Mittelschicht der Drüsengänge. Für die erste Untersuchung dürften am meisten die Gallengänge und der Harnleiter zu empfehlen sein. Hier erscheinen ganze Lagen dieser Fasern wegen der vielen vorhandenen Kerne mehr körnig, als faserig, obgleich man an einzelnen Stellen auch schon den faserigen Bau hindurchscheinen sieht. (Fig. 73 *a*) Die am Rande hervortretenden (*b*) oder in der Flüssigkeit herumschwimmenden Fasern (*c d*) gleichen aber vollkommen einfachen Muskelfasern. Es leidet kaum einen Zweifel, daß die so in reichlicher Menge und mehrfach geschichteten Fasern es sind, welche die leicht zu beobachtende peristaltische Bewegung des Gallenausführungsganges, des Harnleiters u. dgl. verursachen. Am stärksten werden sie an dem Vas deferens. (Ihre nähere Beschreibung aus dem Menschen s. in dem dritten Abschnitte bei den männlichen Geschlechtstheilen.) Neben solchen mit Kernen versehenen Muskelfasern sieht man z. B. in der Haut, welche die hintere von Bronchialringen entblößte Wand der Luftröhre schließt, platte, theils einfache, theils gestreifte, dem Zellgewebe ähnliche Fasern, die vielleicht ebenfalls contractil sind. Außer diesen Fasern erscheinen aber auch noch bisweilen elastische Fasern größerer oder kleinerer Art. Zu den letzteren gehören wahrscheinlich die Netze bildenden feinen steifen Fasern, welche man z. B. bei flächenartiger Ausbreitung der Mittelhaut des Gallenganges, der von ihrem Epithelium befreiten Luftröhrenschleimhaut von Kaninchen u. dgl. wahrnimmt. Die sogenannte äußere Haut der Drüsengänge ist nur Zellgewebe (bisweilen mit früher sogenanntem feinern elastischen Gewebe), welches die Drüsengänge unter einander oder mit

Nachbartheilen verbindet und als Stütze der in der Drüse sich verbreitenden Blutgefäße und Nerven dient.

Die Umhüllungsgebilde der Drüsenschläuche sieht man am besten an kleineren Drüsen und den kleineren Drüsenröhren größerer hierher gehörender Gebilde. Auf feinen senkrechten Hautschnitten bemerkt man theils im frischen Zustande, theils nach Behandlung mit Essig oder Weinsteinsäure, daß sehr feine bogige mit einzelnen knötchenförmigen Gebilden versehene Linien, wie eine Art von Kapselbalg, um das Drüsengebilde herumgehen und seinen Contouren mehr oder minder genau folgen. Die Kerne scheinen bisweilen nach außen größer und deutlicher zu werden, sind aber oft mehr gleichmäßig verbreitet und folgen in ihrem Verlaufe dem der Fasern. Ganz nach außen sieht man bisweilen eine helle Hülle mit aufliegenden Kernen. Eine solche Einkapselung und Umhüllung wird auch oft noch an mittleren und größeren Drüsengängen stellenweise sichtbar.

Das Verhältniß der Blutgefäße und Nerven zu den Drüsengängen wurde schon in dem Art. Absonderung besprochen. Hier ist nur noch nachzutragen, daß in neuester Zeit auch Poiseuille der Ansicht einer unmittelbaren Communication der Blutgefäße mit den Harnkanälchen der Niere beigetreten ist, weil er bei Arterieninjection mittelst einer von ihm angegebenen Spritze, bei welcher die Druckkraft durch ein angebrachtes Dynamometer gemessen werden kann, unter einem dem des Herzen gleichen Drucke die Masse in das Nierenbecken extravasiren sah.

Die verschiedenen Formen der Drüsenschläuche können in drei durch Mittelstufen in einander übergehende Hauptklassen gebracht werden. Die einfachste ist die der Gruben, die zweite die der langen einfachen oder sparsam getheilten Röhren, und die dritte die der baumförmig verästelten Drüsengänge. Bei der ersten Form besteht die ganze Drüse aus einem einfachen rundlichen bis länglichrunden Balge oder einer blindsackartigen Vertiefung der Haut, in welcher sie vorkommt, mit verengerter oder nicht verengerter Ausführungsmündung. Als Beispiele der Art können die Lieberkühn'schen Drüsen des Darmes und die Hautdrüsen der Frösche angeführt werden. Ein Uebergang zur zweiten Form entsteht dadurch, daß statt einer bloßen Grube ein langer blind endigender, hier zugespitzter oder meist abgerundeter, an seiner Schlußstelle gar nicht oder unbedeutend erweiterter Schlauch vorkommt, wie z. B. in den Afterdrüsen der Tritonen und des Proteus; viele solcher Schläuche können sich auch, wie z. B. in der Leber der Krebse zu einem kurzen größern Gange verbinden. Gegen die Ausgangsöffnung hin kann hier entweder gar keine Durchmesserveränderung oder eine Verengerung oder eine schwächere oder bedeutendere trichterförmige Erweiterung vorkommen, welche in verschiedenen Formen dicht neben einander auftreten können. Von diesen einfachen Schläuchen, welche selbst schon Mittelbildungen darstellen, vermögen aber leicht Uebergänge zur zweiten oder dritten Gruppe Statt zu finden. Das Rohr verlängert sich bedeutend oder dreht sich, um weniger Längenraum einzunehmen, zuerst korkzieherförmig und verwickelt sich hierauf in mannigfaltigen Biegungen zu einem dickern Knäuel, der wie ein ganzes Drüsengebilde von einem fortlaufenden Systeme einer Umhüllungsformation eingeschlossen wird. Diese Form erscheint in mannigfachen allmäligen Modificationen ganz vollendet in den eigentlichen Spiraldrüsen der Haut, und mit geringeren Windungen in den Drüsen der Schleimhäute der Luftröhre, des Schlundes u. dgl. Eine andere ebenfalls geringere Form ist, daß ein Drüsengang in größeren krummen bis spiraligen Windungen gleichsam um sich selbst herumgeht und so mit den seine Biegungen umhüllenden und verbindenden Ge-

weben ein abgeschlossenes Organ darstellt, wie wir z. B. in der Samenblase des Menschen sehen. Gewissermaßen der niedrigste Grad dieser Bildung aber erscheint, wenn die Drehung des Drüsenrohres so eng ist, daß keine distanten Schraubenlinien entstehen, sondern daß sich die Windungen, gleich dem Faden eines eingerollten Strickes, eng an einander legen. Hierdurch entstehen dann seitlich und zum Theil alternirend scheinbar bauchige Auftreibungen des Drüsenschlauches, wie wir z. B. in vielen die Haare begleitenden Talgdrüsen der äußern Haut sehen. Der Uebergang in die dritte Drüsenform kann auf mannigfaltige Weise geschehen. Zunächst kann sich das Drüsenrohr, statt in seinen Contouren einfach cylindrisch zu sein, vorzüglich gegen das blinde Ende blasig auftreiben oder dieses wird durch Einschnitte traubig, wie z. B. bisweilen an den einfachen Drüsenschläuchen des Magens. Oder es spaltet sich ein geschlängeltes oder einfach gehendes Rohr gabelig, worauf jede Gabeltheilung entweder sich knäuelförmig verwickelt, wie bei einzelnen Hautdrüsen und einzelnen Drüsen zwischen den inneren und den äußeren Schaamlefzen oder die Zweige einer einfachen oder mehrfachen Gabeltheilung werden früher oder später blasig, wie wir an einzelnen Magendrüsen, vorzüglich gegen die Pförtnerklappe hin, wahrnehmen, oder bilden wahre knospenförmige Endträubchen, wie z. B. in vielen einfacheren Schleimdrüsen. Bei größeren Schleimdrüsen scheint nur eine Form vorzukommen, die, obgleich im Wesentlichen schon zur dritten Classe gehörend, doch noch an die einfacheren verwickelten Schlauchdrüsen erinnert. Ein Drüsengang nämlich verzweigt sich auf eine immer mehr untergeordnete Weise baumförmig. Allein die einzelnen Drüsenröhren gehen nicht gerade, sondern geschlängelt oder verwickeln sich, um möglich wenig Volumen, vorzüglich Flächenraum zu brauchen, so unter einander, daß eine rundliche, einfache oder gelappte Masse herauskommt. Diesen Bau scheinen z. B. die Schleimdrüsen des weichen Gaumens, des Rachens und dergl. darzubieten. Wie man auch hier mit dem Doppelmesser feine Schnitte bereite, immer stößt man auf gewundene und oft in ihren Biegungen gewissermaßen einander ausweichende Drüsenschläuche. Bei den complicirten Drüsen der zweiten Form, die man auch mit dem Namen der röhrigen Drüsen bezeichnet, tritt in der Regel aus den schon in dem Artikel Absonderung erwähnten Ursachen eine mehr oder minder knäuelförmige Einrollung und Verwickelung der Drüsenschläuche ein. Ein Hauptrohr, welches entweder mehr gerade, wie z. B. die Markkanälchen der Nieren oder selbst schon gewunden, wie z. B. der Samenleiter, vorzüglich in dem Nebenhoden verläuft, theilt sich allmälig und immer nur sparsam in untergeordnete Zweige. Die Röhren, welche entweder so oder durch fernere Sonderung entstehen, anastomosiren bisweilen mit einander, verwickeln sich unter sich oder mit anderen homogenen Röhren knäuelförmig und schließen entweder blind und in der Regel ohne Endanschwellung oder durch wechselseitige Verbindung oder durch Endschlingen. Die Drüsen der dritten Formation, welche massige oder baumförmig verzweigte genannt werden, vermehren ihre Absonderungsfläche nach einem andern Principe, nämlich nicht sowohl nach dem der einfachen röhrigen Verlängerung, als nach dem der immer fortgesetzten zweigartigen Theilung. Ihre blinden Enden sind meist knopfartig angeschwollen und heißen dann Endköpfchen oder Endbläschen oder Endknöpfchen der Drüse. Sie beginnen gewissermaßen mit der schon erwähnten unvollständigen Theilung durch die Erzeugung oder höckerige Beschaffenheit eines Drüsenschlauches. Geht die Abschnürung weiter, so haben wir eine Menge traubig gruppirter Endbläschen, die an

einem oder mehren gemeinsamen Drüsengängen haften können. Der letztere kann entweder den Hauptausführungsgang bilden, wie z. B. bei einzelnen Talg- und einfacheren Schleimdrüsen, oder nur einen Gabelast größerer Schläuche darstellen, wie z. B. bei vielen zusammengesetzten Schleimdrüsen, oder es hängen reichliche Traubengruppen, wie Drüsenläppchen neben einander, wie in den Meibom'schen Drüsen. Hierbei kann noch, wie bei den letzteren, der Drüsengang selbst zellig sein. Außer den schon erwähnten Verknäuelungen der baumförmigen Theilungen zeigen sich, wenn sie mehr geradflächig ausgebreitet sind, vorzüglich rücksichtlich ihrer Länge und Zahl einzelne schon in dem Art. Absonderung berührte Unterschiede, ob sie nämlich sich vorher vielfach in immer kleinere Drüsengänge spalten und dann erst ihre einfach oder traubig aufgesetzten Endköpfchen tragen oder ob eine weniger allmälig fortschreitende Theilung stattfindet, dafür jedoch reichlichere kleinere Stiele und vorzüglich Endbläschen existiren. Ebenso wurde bemerkt, daß die röhrigen Drüsen neben ihrer geringern gabeligen (Nieren) oder mehrfachen Theilung (Hoden) eine gewisse Neigung haben, gegenseitige Anastomosenverbindungen darzustellen. Daß aber diese den massigen Drüsen keineswegs gänzlich fehlen, lehren, wie schon angeführt wurde, z. B. die Leber des Menschen, die Lungen der Vögel und dergl. mehr.

Eine Drüsenmasse, welche durch ihre Hüllen als ein Organ auftritt, kann entweder wahrhaft ein Drüsensystem darstellen oder aus mehren oder vielen gruppirt sein. Auch in dieser Beziehung finden sich fast alle möglichen Uebergangsformen. Den einfachsten Fall sehen wir z. B. in der Parotis, wo der Stenon'sche Gang sich immer feiner gabelig theilt, bis er zu den feinsten Drüsenröhrchen und von da zu seinen Endbläschen gelangt. Eine noch ganz hierher gehörende, obgleich schon etwas an die folgenden Formen streifende Gestalt bietet z. B. das Pancreas dar, da wir die reichlichen Mündungen der kleineren Gänge in einem größern Schlauche schon als eine Art zusammengesetzter Bildung betrachten können. Deutlicher erhellt dieses in den Nieren. Im Grunde steht der gegen das Nierenbecken gewendete Theil eines jeden Markkanälchens, wenn man von dem noch nicht streng bewiesenen Satze, daß Harnkanälchen verschiedener Markkanäle unter einander etwa anastomosiren, absieht, gesondert da. Viele Markkanälchen öffnen sich an der Oberfläche jeder Nierenwarze auf isolirte Weise. Hörte hier die Bildung auf, so besäßen wir eine bloße Anhäufung vieler Drüsenschläuche zu Einem Ganzen. Allein dadurch, daß die Nierenkelche, das Nierenbecken und der Harnleiter hinzukommen, haben wir für eine ursprünglich aus vielen aggregirten Theilen bestehende Drüse einen gemeinschaftlichen Hauptausführungsgang, der sich bei isolirteren Nierenlappen der Thiere (und durch Bildungshemmung des Menschen) gabelig theilt, so daß seine Gabeläste auch einfache Collectiväste für selbstständige Gruppen seiner Aggregationstheile darstellen. Ein Schritt weiter und Eine Drüse enthält mehrfache Ausführungsgänge, weil jeder Hauptgang einer Gruppe von Drüsenschläuchen gesondert bleibt. Hier sind nun wieder die mannigfachsten Zwischenstufen möglich. Es kann von jeder Mündung ein ganzes mehr oder minder complicirtes Drüsensystem ausgehen, wie z. B. in absteigender Stufenfolge in den weiblichen Brüsten, der Thränendrüse, der Prostata, den Meibom'schen Drüsen, der Thränencarunkel und bei bloß einfacherer Höhlenbildung den Mandeln, oder jeder einfache Drüsenschlauch hat seine gesonderte Oeffnung, wie z. B. in der Afterdrüse der Tritonen, in den Schleimhäuten des Magens, des Blinddarmes ꝛc. Mag aber eine Drüse

wahrhaft nur ein System von Drüsenkanälen enthalten oder nur eine Anhäufung von mehren darstellen, immer gruppiren sich einzelne Haufen von Drüsengängen und, wenn sie vorhanden sind, von Endbläschen zusammen und bilden, indem sie von eigenen Systemen von Hüllen und Zellgewebe eingeschlossen werden, Läppchen. Bei den röhrigen Drüsen liegen in der Regel in jedem kleinsten Läppchen ein mehr oder minder selbstständiges Knäuelsystem von Röhren. Bei den massigen erzeugen die feinsten Läppchen Gruppen von Endbläschen, welche entweder einem oder mehren kleineren Drüsengängen meist mittelbar angehören. Diese kleinsten Läppchen aber gruppiren sich dann zu größeren u. s. f. zusammen. Vorzüglich bei aggregirten Drüsen können sie auch oft auf normalem Wege oder durch angeborene Mißbildung vollständig isolirt werden, wie z. B. die gelappten oder getheilten Nieren beweisen. Das Bindemittel zwischen den bald am Rande hervortretenden und bald eine mehr einfach gekrümmte Oberfläche erzeugenden Läppchen ist in der Regel ein weiches Zellgewebe und macht im Verhältniß zu dem Volumen der Drüsenröhren meist einen geringeren Theil aus. Eine bedeutende Ausnahme hiervon stellt z. B. aber die Prostata, bei welcher die Verbindungsmasse nicht nur sehr reichlich und so dicht ist, daß die Drüsengänge in ihr wie eingegraben erscheinen, sondern die auch rücksichtlich des Baues der Fasern eine bedeutende Abweichung zeigt, dar. (S. in dem dritten Abschnitte bei den männlichen Geschlechtstheilen des Menschen.)

Schon die aller Drüsenbildung zum Grunde liegende Idee bedingt es, daß wir jede einfache Nebenausstülpung ebenfalls ursprünglich hierher rechnen und so gewissermaßen den Blinddarm, den Wurmfortsatz, die Pförtneranhänge und dergl. zu den Drüsenformationen im weitesten Sinne ziehen können. Jede Grube, jeder größere Nebensack kann oder muß sogar mehr absondern, weil er mehr freie Secretionsfläche hat. Auch durch krankhafte Verhältnisse können sich größere oder kleinere Säcke zu eigenthümlichen Secretionsapparaten umwandeln. Ein hydatidöses Ovarium secernirt immer mehr Wasser in seinem Innern. Die Geburtsstätten der sogenannten Mitesser sind verhältnißmäßig große, wohl immer einfache Säcke (Fig. 74 a), welche reichliches Hautfett bilden und wahrscheinlich durch Ausfallen eines Haares entstanden sind. Denn ihre Wand stimmt in ihrem Baue mit dem der äußern Wurzelscheide des Haares überein. In den reichliche Hautschmiere absondernden Hautstellen z. B. des Gesichtes und vorzüglich an und über dem Nasenflügel wird dann der Balg zu einem starken, sich hierdurch vergrößernden, Secretionsorgane gebildet.

Ehe wir die allgemein anatomischen Verhältnisse der Drüsen des Erwachsenen verlassen, müssen wir noch zwei Punkte berühren, nämlich einerseits die Structur der compacten Leberbildungen ausführlicher besprechen und anderseits von den geschlossenen vorzüglich in den Schleimhäuten vorkommenden Bläschen, welche man in neuester Zeit mit der Drüsenformation und dem Absonderungsprocesse in Verbindung gebracht hat, handeln.

Zerreißen wir ein Stückchen Lebersubstanz z. B. des Menschen unter Wasser und untersuchen das Ganze mikroskopisch, so finden wir eine Menge von Epithelialzellen, sogenannten Leberzellen, von denen einige der wesentlichsten Formen Fig. 75 gezeichnet worden sind. Meistentheils erscheinen sie platt und mehr oder minder polyedrisch, jedoch meist nicht bestimmt vier-, fünf- oder sechseckig, sondern oft gemischt, bald geradlinig, bald bogig begrenzt, an einzelnen Seiten theilweise oder gänzlich bauchig eingeschnitten, oder umgekehrt convex gebogen, schwanzartig verlängert oder in

anderen eigenthümlichen Gestalten sich darstellend oder umgekehrt ganz rund oder länglichrund und dergl. mehr. Schon diese Formen deuten es bestimmt an, daß sie sich flächig an einander drängen und gegenseitig einkeilen. Auf gelungenen feinen mit dem Doppelmesser bereiteten Schnitten bemerkt man an ihnen sehr oft eine regulär strahlige Stellung, deren Mittelpunkt die in dem Centrum des Acinus befindliche (wahrscheinliche Blutgefäß-) Höhlung ist, bisweilen eine mehr bogige, bisweilen eine mehr unbestimmte Anordnung. Schon in den in der Flüssigkeit schwimmenden Fragmenten haften nicht selten zwei (Fig. 75 m) oder mehre an einander. Ihre Wandung erscheint mattgrau, körnig granulirt bis undeutlich faltig oder faserig. In ihrem Innern erkennt man oft einen einfachen oder doppelten Kern mit einem oder mehren Kernkörperchen (Fig. 75 e h i), welches letztere nicht selten noch ein kleineres Körperchen enthält oder von einem haloartigen Kreise umgeben wird. Bisweilen erscheinen auch an ihnen einfache oder mehrfache helle, mit scharfen Rändern versehene dunkele Körper, welche entfernt an feste farblose Fettkugeln erinnern (Fig. 75 f). Auffallender und bei weitem häufiger sind noch kleine gelbe Körnchen, welche bald zerstreut, bald mehrfach gehäuft gefunden werden, obwohl in den meisten, doch nicht in allen Zellen vorkommen und ihrer Zahl nach sehr variiren. Selten und vielleicht nur unter abnormen oder künstlichen Bedingungen sieht man auch außer den gelben Körnchen eine gelbe amorphe Masse (Fig. 75 f). Das chagrinirte Aussehen, welches die Lebersubstanz so oft darbietet, wodurch bedingt wird, daß sich der Durchschnitt jeder Leber fast eigenthümlich darstellt und welches bei wahrscheinlich gesunden oder nur hypertrophischen Lebern von praktischen Aerzten nicht selten für Cirrhose der Leber gehalten wird, rührt wahrscheinlich von diesen verschiedenen Zuständen der Leberzellen her. In den Zellen von gekochter Rindsleber, die man unter Terpenthinöl untersucht, sieht man bisweilen um einzelne Körnchen des Inhaltes noch einen zellenartigen Halo. Während man aber bei anderen Drüsen unter dem Mikroskope leicht die Endbläschen mit ihrer Mittelhaut und den innerhalb dieser befindlichen Epithelialzellen wahrnimmt, zeigt sich in der Leber nichts der Art. Bei erster Untersuchung glaubt man, daß mit Ausnahme der Centralhöhle des Acinus, eines venösen Blutgefäßes (Venula intralobularis), welche nach Kiernan ein Stämmchen der Lebervene ist und der zwischen den Acinis gehenden Blutgefäße (Venae interlobulares), welche nach demselben Forscher der Leberarterie und der Pfortader angehören, keine weiteren Elemente, als jene dichten Leberzellen existiren. Allein anderseits sprechen die Resultate, welche durch die Entwickelungsgeschichte zu erlangen sind, zu entschieden für die Existenz von Drüsengängen in den Acinis, als daß man nicht auch suchen sollte, die Leber möglichst dem Typus anderer conglomerirter Drüsen beizugesellen. Dazu kommt noch, daß bisweilen eine vollständige Injection der Gallengänge mit Einspritzungsmasse oder Luft ohne Extravasat gelungen sein soll. Obgleich unsere gegenwärtigen Erfahrungen noch sehr weit von einer bestimmten Lösung dieser schwierigen Aufgabe entfernt sind, so scheinen mir doch folgende Punkte auf die Vorbereitung zu derselben hinzudeuten. Da sich bekanntlich die Leber der Schnecken, obgleich sie auch compacter, wenn auch nicht so dicht, wie die des Embryo ist, oft sehr leicht von dem Gallenausführungsgange bis zu ihren blinden Enden aufblasen läßt, so versuchte ich zunächst hier die Verhältnisse zu studiren. Verfertigt man sich mittelst des Doppelmessers feine Schnitte und drückt sie vorsichtig mit einem feinen Glasplättchen, so gelingt es leicht trotz des oft sehr körnigen Inhal-

tes mit Bestimmtheit zu sehen, daß die hier ebenfalls existirenden, oft kugelrunden, an ihren Wandungen streifigen, mit einem oder mehren Kernen versehenen und häufig ebenfalls gelbe Körnchen enthaltenden Zellen, neben denen dann noch andere körnige, näher zu untersuchende Zellen vorkommen, innerhalb sehr durchsichtiger einfacher, mit den Mittelmembranen feinerer Drüsengänge übereinstimmender Schläuche liegen. Die Beobachtung derselben wird oft durch Befeuchtung mit sehr verdünntem kaustischen Kali in hohem Grade erleichtert. Diese feineren Schläuche sind nicht mit den größeren dickeren und sich durch ihre auffallende Flimmerbewegung auszeichnenden Gallengängen zu verwechseln. Schon dieses Vorkommen von Schläuchen in einer compactern Leberform macht es wahrscheinlich, daß sie, wenn auch im Minimo, in anderen ähnlichen Leberbildungen existiren dürften. Untersuchen wir nun gesunde Lebern, z. B. des Kaninchens, mit dem Doppelmesser, so finden wir, daß die Leberzellen in jedem Acinus, wie schon erwähnt wurde, von dem Centralkanale desselben strahlig ausgehen, daß dieses strahlige Ansehen im Wesentlichen auf allen Schnitten dasselbe ist und nur bei querer Durchschneidung des Centralkanales mehr geradstrahlig, bei longitudineller bis schiefer mehr quer bis schiefstrahlig wird, und daß die Strahlen bei hinreichend dünnen Schnitten nie ganz eng bei einander liegen, sondern durch schmale helle Zwischenräume von einander getrennt werden. Diese Anschauung wäre mit der von Joh. Müller vertheidigten Ansicht, daß die letzten Elemente der Gallenkanälchen sehr zahlreiche, platte, dicht an einander gelegte, strahlig bis rispenförmig aufgesetzte Blättchen seien, sehr gut vereinbar. Es würden dann die Leberzellen als Epithelialzellen auftreten, aber immer die merkwürdige Ausnahme darbieten, daß sie in den letzten Enden der Drüsengänge, trotz dem, daß deren Lumina so sehr reducirt sind, schon so sehr ausgebildet erscheinen. Mit Bestimmtheit habe ich trotz sehr vielen Nachsuchens keine diesen rispenartig gestellten Blättchen entsprechende Mittelformation auffinden können. Allein bisweilen erschien in den hellen Zwischenräumen zwischen den Radiationen theils im frischen Zustande, theils nach Behandlung mit verdünntem kaustischen Ammoniak eine glashelle, bis feinfaserige Haut, welche vielleicht hierher zu rechnen wäre. Bedenkt man einerseits die Feinheit, welche die Mittelhaut der angeblichen Rispenblättchen besitzen müßte, und zieht man in Erwägung, daß man trotz des so bedeutenden Blutgefäßreichthumes der Leber wahrscheinlich vorzüglich wegen der großen Menge an Leberzellen so selten kleinere Blutgefäße in uninjicirtem Zustande unter dem Mikroskope hier erkennt, so dürfte die an Unmöglichkeit gränzende Schwierigkeit, die Mittelformation der letzten Gallengänge nachzuweisen, weniger befremden.

An fast allen Schleimhäuten trifft man in sehr variabler Größe und Ausbreitung nicht selten vollkommen geschlossene, in der Fasersubstanz eingebettete Blasen, welche einen körnigen, theils aus Nucleis, theils aus Körnchen bestehenden Inhalt besitzen, an. Schon in dem Art. Absonderung äußerte ich meine mehrfachen Bedenken gegen die Ansicht, daß diese einen temporären Ausführungsgang erhielten und daß überhaupt auch bei den größeren Drüsen des Erwachsenen eine solche Höhlenbildung mit secundärer Inosculation in die Drüsengänge stattfinde. Seit jener Zeit hat Henle in seiner indeß erschienenen allgemeinen Anatomie diese Meinung zum Theil ausgeführter wiederholt. Ich muß aber frei bekennen, daß sich meine negative Ueberzeugung unterdeß eher vermehrt, als vermindert hat. Angenommen selbst, daß diese geschlossenen Bälge, wie die solitären und die Peyer'-

schen Drüsen des Darmes vielleicht andeuten, wenigstens in gewissen Fällen mit der Secretion in Beziehung stehen, so setzt dieses von vorn herein die Nothwendigkeit nicht voraus, daß sie eine Oeffnung erhalten, da ihre Flüssigkeit unmittelbar und ihre Körnchenmasse nach vorangegangener Auflösung durchschwitzen kann. Daß die solitären Drüsen und die Kapseln der Peyer'schen Drüsen des Darmes im Normalzustande eine Ausgangsöffnung nach oben erhalten, scheint mir noch strengerer Beweise zu bedürfen. Geschähe dieses auch, so ließe sich nicht einsehen, warum man nicht bei den Peyer'schen Drüsen eine Oeffnung der Art häufiger sieht, da man keinen Grund hat, weshalb sie oder die ganze Kapsel wieder schwinden sollte. Das variable Vorkommen der solitären Drüsen aber bleibt mit oder ohne Annahme eines temporären Ausführungsganges gleich räthselhaft. Wenn Henle den Ausführungsgang der paarigen den Haarbalg begleitenden Drüsen für eine bloße Anhäufung von Fettzellen hält, so dürfte hier einer subjectiven Anschauung zu Liebe eine unrichtige Deutung einer eigenthümlichen Thatsache gegeben werden. Denn die scheinbaren Zellen des Ausführungsganges der genannten Drüsen rühren entweder von Ausbuchtungen desselben oder häufiger von der schon bei den Formen der Drüsenröhren berührten, eng schraubenförmigen Einrollung (so daß wie bei einem eingerollten Zwirnsfaden kein Zwischenraum stattfindet) oder von beiderlei Momenten her. Diese schon im frischen Zustande kenntlichen Verhältnisse werden oft nach Behandlung mit Essigsäure deutlicher. Wie wenig diese Annahme transitorischer Bläschen und Ausführungsgänge bei den baumförmigen massigen Drüsen denkbar sei, wurde schon in dem Art. Absonderung erwähnt. Kämen sie bei diesen aber auch vor, so ließe sich kein Grund denken, weshalb sie bei den röhrigen Drüsen fehlen sollten. So viel ich weiß, hat noch Niemand etwas der Art in den Nieren, dem Hoden und dgl. gesehen. Wenn ich frei bekennen soll, so kann ich diese ganze Theorie bis jetzt nur für eine mehr naturphilosophische Idee, die sich vielleicht zum Theil bei den solitären und den Peyer'schen Drüsen in Zukunft zu erwahren vermöchte, ansehen.

Fast alle Absonderungsproducte besitzen eine einfache, gewisse chemische Stoffe in Wasser aufgelöst haltende Grundflüssigkeit mit oder ohne eigene Körperchen. Nur die Fettabsonderungen stellen sich oft reiner als gelbliche oder sonst gefärbte Oeltropfen oder etwas härtere Stearinkugeln dar. Fast immer bildet die Grundmasse die Hauptsache und hat alle oder wenigstens die wichtigeren wesentlichen Stoffe des Secretes aufgelöst. Einzelne beigemengte Körperchen sind sehr variabel, wie z. B. die sogenannten Schleimkörperchen, die Speichelkörperchen und dgl., andere constanter und reichlicher, wie z. B. die Milchkörperchen. Noch andere durchlaufen an und für sich bestimmte Entwickelungsstufen und organisiren sich zu eigenthümlichen Producten, wie die Samenelemente. Bei anderen endlich hängt es von der variirenden chemischen Beschaffenheit des Secretes und anderen Verhältnissen, wie z. B. der Temperatur, ab, ob festere Gebilde vorkommen oder nicht. Was man mit dem sehr unbestimmten Namen Schleimkörperchen, Speichelkörperchen und dgl. aufführt, sind theils feine kleine Körnchen sehr verschiedener Art, theils Fetttröpfchen, theils endlich Nucleusgebilde in verschiedenem Grade der Entwickelung, wie sie in den Drüsenschläuchen vorkommen oder nachgebildet oder durch das Secret abgeführt werden. In der Galle begegnen wir bisweilen kleinen gelben Körnchen, farblosen bis grauen Körperchen und dgl. Daß die ersteren mit denjenigen, welche wir

in den Leberzellen selbst ganz gesunder Thiere antreffen, identisch seien, steht vielleicht zu vermuthen. Bei dem Menschen und den Säugethieren erscheinen zugleich als constante Mengungstheile (nach dem Tode) Epithelialcylinder von der innern Oberfläche der Gallenblase. Bisweilen schlägt sich (bei dem Menschen) Cholestearin in Form von rhombischen Blättchen tafelförmig nieder. In der Galle des Frosches sieht man häufig sehr kleine Nadeln theils einzeln, theils zu sehr zierlichen Drusen gruppirt und dgl. mehr. Die verschiedenen Sedimente im Harn zeigen Krystalle, krystallinische Kugeln, Kerne, verschiedenartige Körnchen, granulirte Häutchen, Oeltröpfchen und als Gemengtheile verschiedenartige Blättchen und Zellen des Epithelium. Das Secret des Hodens sind Körnchen und Nuclei, die bei höherer Thätigkeit des Organes mit Zellen umgeben werden. In diesen entstehen dann durch endogene Bildung mehrfache neue Kugeln, welche bei dem Menschen und den höheren Thieren nach Kölliker zu endogenen Zellen werden und die Samenfaden in sich entwickeln (s. d. Art. Samen). Die in der Milch vorkommenden sehr zahlreichen rundlichen Körperchen, die sogenannten Milchkörperchen, sind isolirte Oeltröpfchen, so daß man die Milch gewissermaßen als eine natürliche Emulsion ansehen kann. Nach Henle besitzen sie eine eigene, durch Essigsäure angreifbare, nach ihm wahrscheinlich aus Käsestoff bestehende Hülle. (Das Nähere über sie, ihre Entwickelung und ihr Verhalten zu den sogenannten Colostrumkörperchen s. in d. Art. Milch.) Fettkügelchen erscheinen wie erwähnt in mancherlei Secreten zufällig und variabel, in anderen, wie z. B. in den Talgdrüsen der Haut, constanter. In dem Ohrenschmalze des Menschen, wie es ausgesondert wird, sieht man, außer sehr zahlreichen Epithelialblättchen, größere, kleinere und kleinste Fetttröpfchen (oder bisweilen solidere Fettkörperchen?) nicht selten mit kleinen Körnchen, die ich wenigstens nicht bestimmt für Fettkörnchen halten kann, vermischt. Sehr reichliche eigenthümliche, besonders kleinere, Fettpartikeln finden sich in dem milchigen Safte der Hautdrüsen der Kröten und dgl. mehr.

Die Entwickelung der conglomerirten Drüsen wurde früher als eine einfache Ausstülpungsbildung derjenigen Röhren oder anderweitigen Theile, in welche später ihre Hauptausführungsgänge münden, betrachtet. Es entsteht bei den massigen Drüsen, die vorzugsweise hierauf untersucht worden waren, z. B. bei der Thränendrüse, der Parotis, dem Pancreas und dgl. eine Hauptverzweigung, die sich durch immer fernere Theilung und Zweigbildung vermehrt, bis endlich die ganze Drüsensubstanz hergestellt ist. Die erste Ramification liegt aber in einer eigenen gallertigen Grundmasse, dem Blasteme, welche sich an ihrer Oberfläche allmälig lappt, die mit der vermehrten Ausbildung der Drüsengänge nach und nach aufgezehrt wird und sich in dem, was von ihr nicht zur Drüsensubstanz selbst wird, zu Blutgefäßen, Nerven und verbindendem Zellgewebe umwandelt. Obgleich das Blastem selbst keine einfache glashelle gallertige Masse ist, sondern Kerne und Zellenbildungen führt, so zeichnen sich doch die ersten Drüsengänge durch eine Menge enthaltener Nuclei aus und erscheinen daher theils frisch, theils nach Einwirkung von Reagentien, z. B. von Essigsäure, bei durchfallendem Lichte dunkeler, bei auffallendem mehr oder minder matt weiß. Sehr zierlich sieht man z. B. in letzterer Färbung das an einem langen Stiele hängende mattweiße Bäumchen der Parotis bei 2″ langen Schafembryonen. Schon bei früheren Untersuchungen fand ich bei den Nieren, daß das Röhrensystem keineswegs in einer Continuität entstehe, sondern

daß ſich in der Nierenſubſtanz einzelne Höhlen bildeten, Knospen trieben und ſich allmälig zu einem Syſteme von Harnkanälchen entwickelten, daß ſowohl das Nierenbecken als der Harnleiter ebenfalls ihre ſelbſtſtändigen Höhlungen erhielten, und daß erſt ſecundär eine gegenſeitige Inosculation dieſer verſchiedenen Höhlenſyſteme ſtattfinde. Auch die Entwickelungsverhältniſſe der weiblichen und vorzüglich der männlichen inneren Geſchlechtstheile deuten einen ſolchen Gang klar an. Bei den baumförmig verzweigten Drüſen ſchienen mir beide Fälle vorzukommen, nämlich einerſeits die Bildung ſelbſtſtändiger Höhlen und ſecundäre Verbindung mit einem andern Drüſengange und anderſeits unmittelbare Seitenausſtülpung aus dem letztern. Reichert dehnte nach ſeinen Unterſuchungen den erſtern Typus auf alle Drüſen aus. So klar nun aber die erſte einfachere baumförmige Verzweigung und die ſich immer vermehrende Veräſtelung der Drüſengänge iſt, ſo ſchwierig iſt es über die feineren Bildungsmomente dieſer Theile ein Urtheil zu fällen. Betrachten wir z. B. ein Stückchen Lunge eines 2½″ langen Schaffötus, ſo erſcheint die Ramification der Luftröhrenäſte am Rande oft in der Form, wie ſie Fig. 66 gezeichnet worden. Die Höhlungen marquiren ſich gerade hier bei ihrer Größe, bei ihrem Mangel an Füllung mit Epithelialkörnern und bei der verhältnißmäßigen Stärke ihrer Wandungen ſchärfer oder wenigſtens in die Augen fallender, als bei den übrigen Drüſen. Einzelne Nebenbläschen erſcheinen ihrem Hauptaſte ſehr nahe aufgeſetzt und unter ſtärkeren Vergrößerungen erhält man bisweilen eine Anſchauung, wie ſie Fig. 67 gezeichnet worden, d. h. das ſeitliche Bläschen hat eine ſcheinbar für ſich abgeſchloſſene Höhlung. Allein gerade hier iſt eine Täuſchung ſehr leicht möglich, da ein von oben geſehenes nicht flächig liegendes, ſondern ſchief bis ſenkrecht ſtehendes Nebenköpfchen ein ganz ähnliches Bild gewähren kann. Es ereignet ſich daher, daß ſich ſo ſcheinbar in ihren Höhlungen iſolirte Nebenbläschen nach Behandlung mit kauſtiſchem Kali, wobei die Luftröhrengänge während der Einwirkung körnig werden, in der Art darſtellen, wie es Fig. 68 gezeichnet worden, und daß die Iſolation ihrer Höhlung von der des Hauptganges wieder zweifelhaft werden kann. In der Parotis zwei- bis dreizölliger Schafembryonen kann man bisweilen eine Beobachtung machen, welche ſich zunächſt hier anſchließt. Man ſieht nämlich häufig ein mit Kernbildung angefülltes Köpfchen, welches mit dem benachbarten Drüſengange durch ein helles, noch keine Kernformationen enthaltendes Stück in Verbindung ſteht. Hieraus dürfte vielleicht folgen, daß die Hülle (Mittelmembran) früher, als die endogenen Körperchen entſtehen.

Auch die Leber erſcheint im Embryo als eine verzweigte Drüſe. In der ſchon compacten Leber noch extremitätenloſer Froſchlarven erkennt man die feineren Drüſengänge in ihren Luminibus auf dünneren Fragmenten noch ſehr deutlich. Auch bei feinen Durchſchnitten der Leber von einem Weingeiſtexemplare eines 5 monatlichen menſchlichen Embryo glaubte ich noch etwas Aehnliches zu ſehen. Für die röhrigen Drüſen ſcheinen zwei in dem Geſetze der iſolirten Entſtehung zwar übereinſtimmende, in ihren Formen aber abweichende Typen zu exiſtiren. Einerſeits nämlich treiben die iſolirten Höhlungen in den Nieren Knospen, die erſt durch ſpäter vorherrſchende Verlängerung zu Röhren werden, ſich bei zunehmender Länge verknäueln und endlich in Rinden- und Markkanälchen ſondern. Anderſeits bilden in den Hoden und auch in den Eierſtöcken die erſten Abtheilungen für die künftigen Röhren mehr leiſtenartige, einander näher und parallel

liegende, im Innern hohl werdende Theile. Bei den röhrigen Hautdrüsen erscheint die Einwickelung des Drüsenschlauches in dem untern Theile, während die mittlere schon einfache Partie desselben entweder gerade oder schwach gebogen bis einfach spiralig, der oberste Theil noch mehr gerade verläuft. Diese verschiedenen Formen sieht man z. B. auf senkrechten Schnitten der Haut des Zeigefingers eines 4½ monatlichen menschlichen Embryo vorzüglich nach Anwendung von Essigsäure.

Eine den Forderungen der Physiologie entsprechende chemische Analyse des Drüsengewebes überhaupt oder nur desjenigen Einer Drüse ist bis jetzt noch nicht vorhanden. Ueber die chemische Beschaffenheit der einzelnen wichtigeren Absonderungen s. die Art. Speichel, Galle, Harn, Milch, Samen u. s. w. Das Physiologische der conglomerirten Drüsen s. in d. Art. Absonderung.

b) Blutgefäßdrüsen.

Unter diesem unbestimmten Namen oder unter dem der vasculösen Ganglien versteht man eine Reihe von Organen, wie die Milz, die Nebennieren, die Schilddrüse und die Thymus, deren Structur noch sehr unbekannt, und deren Functionen wo möglich noch dunkeler sind, und welche neben ihren meist reichlichen Blutgefäßen (und Lymphgefäßen) noch eigenthümliche, ihr Parenchym (oder zum Theil auch ihr Secret) darbietende Körner frei oder in Zellen eingeschlossen enthalten. Bei der Milz und den Nebennieren beschränkt sich die Höhlenbildung auf bloße Gefäßcavitäten, während die Schilddrüse und die Thymus ein eigenthümliches, wenigstens nach unserm gegenwärtigen Wissen abgeschlossenes Höhlungssystem besitzt.

In dem braunen Parenchyme der frischen Milz des Menschen und der höheren Thiere fallen zunächst die mit starken Scheidenbildungen versehenen Schlagadern, scheidewandartige, sich zum Theil netzförmig verbindende fibröse Gebilde und einzelne weiße Bläschen, die man mit dem Namen der Milzbläschen bezeichnet, auf. Die letzteren sind oft, vorzüglich bei älteren Leichen und bei Krankheiten der Milz, unkenntlich, erhalten sich aber bisweilen auch an erweichten Milzen und wurden daher, vorzüglich früher, bei dem Menschen, wo sie jedoch auch entschieden vorhanden sind, oft geleugnet. Durch das Trockenen der aufgeblasenen Milz fallen sie nach Giesker bei dem dadurch entstehenden Flüssigkeitsverluste zusammen. Ob sie während der Erection der Milz und während der Verdauungsthätigkeit größer werden oder nicht, ist noch unbekannt. Genauere, vorzüglich auf Injectionen fußende Erfahrungen ergeben aber folgende Verhältnisse. Die Zweige der Milzarterie werden von festen fibrösen Scheiden, welche auf Durchschnitten sogleich auffallen und auch jene oben erwähnten scheidewandähnlichen Gebilde hervorrufen, eingehüllt. An ihnen haften sie theils einzeln, theils gruppenweise, vorzüglich an den Theilungsstellen der Arterien, entweder unmittelbar oder mittelst eines Stieles, welcher letztere dann die auf der Oberfläche des Milzbläschens sich reichlich verzweigenden Blutgefäßstämmchen enthält. Die Venen bilden reichliche Anastomosen und öfters venöse Maschenräume, so daß die Milz durch Füllung mit Blut oder Injectionsmasse ihr Volumen verändern und in eine Art von Erection, welche nach den Beobachtungen von Gerber bei Pferden in der That während der Verdauung vorkommt, gerathen kann. Wie die reichlichen Lymphgefäße der Milz in ihrem Innern verlaufen, ist noch durchaus räthselhaft. Zwischen den Gefäßen aber bleibt ein röthlich braunes oder bisweilen mehr bläuliches weiches Parenchym. Die

ohne viele Mühe netzförmig herauszupräparirenden Scheiden, welche sich z. B. bei dem Rinde sehr leicht longitudinal zerfasern lassen, bestehen hier aus deutlichen elastischen, sich oft theilenden und zum Theil anastomosirenden Fasern. Vorzüglich an den Rißrändern und hier zum Theil quer oder schief hervorstehend sieht man äußerst blasse platte Fasern, welche in ihrer Zusammenfügung auch helle Membranen darstellen, zum Theil mit Kernen belegt sind, zum Theil einfach, zum Theil feiner gefasert erscheinen und durch Essigsäure ganz unkenntlich werden, während die elastischen Fasern dann nur deutlicher hervortreten. In den unverletzten, leise comprimirten Milzbläschen erkennt man an der Oberfläche die sehr reichlichen, häufig noch mit Blut gefüllten Capillaren und in der Tiefe ganz dicht, pflasterartig neben einander gelagerte, graue, meist rundliche granulirte Körper von 0,0025‴ mittlerm Durchmesser, welche bei dem Herausdrücken hell, und theils einfach, theils körnig, selten auch als wahre gekernte Zellen erscheinen. Während sie aber in Masse dem freien Auge blaß bis grauweiß vorkommen, ist die übrige Parenchymsubstanz braunroth bis bläulich. In ihr erkennt man unter dem Mikroskope theils blasse Körper, denen der Milzbläschen ähnlich und vielleicht selbst von ihnen herrührend, theils saturirtere ähnliche Gebilde, theils rothe verkrümmten oder verkrüppelten Blutkörperchen ähnliche Körperchen verschiedener Größe und Form, theils endlich blasse zum Theil gekernte Fasern, wie sie schon bei Gelegenheit der Arterienscheiden erwähnt wurden. Alle drei Arten von Kerngebilden erhalten sich in Essigsäure auf eine kenntliche Weise. Wie es scheint überall, erzeugen die Fasern die Grundlage, an welcher sich die Körperchen und zwar die gefärbten oft haufenweise befinden.

In der Nebenniere verlaufen nach den Beobachtungen von Joh. Müller und Nagel die Capillarzweigchen der Blutgefäße mit mehr oder minder gestreckten Netzen gegen die Mitte des Organes, gehen dann in ein Venennetz über und münden durch dieses in die im Centrum befindliche Hauptvene, deren Höhlung früher für eine eigenthümliche Cavität dieses Organes gehalten worden. Die Nebenniere sowohl, als ihre Kapsel erhalten sehr reichliche Nervenzweige. Bisweilen tritt aber auch ein Zweig nur durchbohrend durch die Substanz des Organes durch. Nach Henle finden sich in dem Parenchyme ganglienkugelartige Zellen, welche nach ihm, wie nach Pappenheim reihenweise gestellt sind und die vielleicht zum Theil mit einander verschmelzen. In Essigsäure lösen sich zuerst die Zellen und später auch die Kerne derselben auf.

In der Schilddrüse sowohl als in der Thymus läßt sich durch gelungene Injectionen an jedem noch so kleinen mikroskopischen Läppchen ein sehr feines und zierliches Capillargefäßnetz darstellen. In dem aus der nicht krankhaft vergrößerten Schilddrüse des Hundes auszupressenden, durch Essigsäure gerinnbaren Saft bemerkt man neben Oeltropfen größere und kleinere kugelrunde, mit scharfer Contourlinie versehene, oft deutliche Kerne mit oder ohne körnigen Inhalt darbietende Zellen, welche bisweilen paarweise doppelbrodartig zusammenhängen. (Fig 91 a) Bisweilen erkennt man dann noch die sie trennende gerade Grenzlinie, bald aber auch nicht. Auf feinen mit dem Doppelmesser bereiteten senkrechten Durchschnitten sieht man eine faserige membranöse Grundlage, welche an einzelnen Stellen Hohlräume erzeugt. An den Wandungen der letzteren bemerkt man dieselben Kugelzellen, wie in dem Safte der Schilddrüse theils pflasterartig zusammengehäuft, theils mehr zerstreut. Im erstern Falle platten sie sich auch

sogar gegenseitig ab. An anderen Stellen der Fasermasse dagegen erblickt man meist rundliche weiße Körperchen, die viel kleiner als jene Zellen, aber größer als die Kerne derselben und ganz solid sind. Einzelne Höhlen der Thyreoidea enthalten auch sehr dichte Anhäufungen von Fettkugeln. Nach Behandlung mit Essigsäure erkennt man in der faserig membranösen Grundlage sehr zahlreiche, meist längsovale, aufgelegte, saturirtere und blassere Kerne. Jedes der kleinsten Läppchen der Thymus enthält eine sehr große Menge von kleinen Körperchen von 0,0025‴ mittlerm Durchmesser, deren wichtigste schwerer zu beschreibende, als durch unmittelbare Anschauung kennen zu lernende Formen Fig. 65 dargestellt worden. Bisweilen erscheinen auch neben ihnen größere kernhaltige Zellen, ähnlich denen in dem Safte der Schilddrüse. Die Körperchen liegen nicht frei, sondern, wie man z. B. bei 3″ langen Rindsembryonen sieht, von einer Haut eingeschlossen. Um diese herum geht eine mit Kernen versehene Umhüllungshaut, die hier schon frisch unmittelbar auffällt.

c. Lymphdrüsen.

Von ihnen wurde schon bei dem Gefäßsysteme gehandelt.

3. Darstellungen aus der speciellen Geweblehre des menschlichen Körpers.

1. Allgemeine Bemerkungen über das Nervensystem, das Gefäßsystem und die Bewegungsorgane.

Die nothwendige Kürze bedingt es, daß wir in dieser mehr aphoristischen Darstellung einiger der wesentlichsten Punkte der speciellen Geweblehre des Menschen die drei in der Ueberschrift genannten Systeme gänzlich übergehen. Während die Hüllen des centralen Nervensystemes als faserige, von Pflasterepithelien bekleidete Häute im Ganzen weniger speciell Interessantes darbieten, wurde die mikroskopische Constitution der Adergeflechte, des Hirnsandes und der allgemeinen Elemente des menschlichen Nervensystemes schon in dem zweiten Abschnitte behandelt. Eine specielle Darstellung der Vertheilung der verschiedenen nervösen Substanzen gehört nicht hierher, sondern in die descriptive Anatomie des Menschen. Dasselbe gilt von dem Gefäßsysteme, dessen allgemeinere Gewebtheile schon in dem zweiten Abschnitte ebenfalls geschildert worden. Ebenso müssen wir uns der nothwendigen Kürze wegen von jeder speciellen Localbeschreibung der Conformation der Gewebeelemente der Bewegungsorgane fern halten. Eine Schilderung der Detailverhältnisse der Knochenelemente würde viel zu weit führen. Die Verbreitung der verschiedenen Knorpel- und Fasersubstanzen in den passiven Bewegungsorganen des menschlichen Körpers wurde schon in dem zweiten Abschnitte geschildert. Es bleibt daher hier nur noch detaillirter anzugeben übrig, wo in unserm Organismus quergestreifte und wo einfache Muskelfasern existiren. Zusammengesetzte Muskelfasern haben alle äußeren Muskeln des Kopfes, des Rumpfes und der Extremitäten, die sechs Augenmuskeln, die m. m. tensor tympani und stapedius (und nach Krause in einzelnen (gewiß nur seltenen) Fällen der laxator tympani), die Musculatur der Zunge, des weichen Gaumens, des Schlundes und des obern Theiles der Speiseröhre, das Herz, das Zwerchfell, die m. m. quadratus

lumborum, psoas, pyriformis, obturator und iliacus internus, coccygeus, curvator coccygis, levator ani, sphincter ani externus, retractor ani, transversi perinaei externus und internus, die beiden Lagen des constrictor isthmi urethrae des Mannes, die m. m. ischio-cavernosus und bulbo-cavernosus und endlich die m. m. depressor urethrae muliebris und constrictor cunni. Einfache Muskelfaſern von ganz ausgebildetem Typus zeigen die Speiſeröhre, der Magen und der ganze Darm bis zur Aftermündung, der Sphincter ani internus und die Harnblaſe nebſt der Harnröhre. Einfache Faſern mehr oder minder bisweilen in muskulöſe Faſern übergehend finden wir in der Iris, den Ausführungsgängen der Drüſen, der Gallenblaſe, der Luftröhre und deren Verzweigungen, den cavernöſen Körpern, vorzüglich des Penis, in dem Ligamentum pubo-vesicale, dem Uterus, dem Ligamentum uteri latum, und der Tunica dartos (und dem Gewebe der Bruſtwarze, ſo wie den Gefäßen). Wo ein hohles, in ſeiner Mittelſchicht mit einfachen Muskelfaſern verſehenes Organ in einen dünnern Kanal übergeht, ſetzen ſich jene Faſern auf dieſen, z. B. von der Harnblaſe auf die Harnröhre fort. An dem Schlunde und dem oberſten Theile der Speiſeröhre entſteht hierdurch eine eigene Einſchließung, indem die ſich nach oben immer mehr verdünnenden, an der Schleimhaut verlaufenden Lagen einfacher Faſern von den umgekehrt nach unten zu ſtets ſparſameren quergeſtreiften Muskelfaſern äußerlich bedeckt werden.

2) Sinnesorgane.

a. Auge.

Die äußere Haut der Augenlieder ſtimmt im Weſentlichen mit der übrigen äußern Haut des Geſichts überein. Die eingebetteten feinen Härchen zeigen gleich anderen feinen Haaren ſehr lange, eingeſenkte Schafttheile. Das ſubcutane Zellgewebe, welches, je näher dem Tarſalrande, um ſo fettarmer wird, vermiſcht ſich am obern Augenliede bis zu ſeinem Rande mit den von dem Aufheber des obern Augenliedes (und der obern Partie des Kreismuskels des Auges) ausſtrahlenden Muskelfaſern. Am untern Augenliede iſt oft das Zellgewebe ſtraffer, ſo daß die äußere Haut inniger anliegt. Hier reicht auch meiſt die Fettablagerung im Zellgewebe weiter gegen den Tarſalrand hin. Allein auch hier erſtrecken ſich quergeſtreifte Muskelfaſern der untern Hälfte des Kreismuskels des Auges bis dicht an den Augenliedrand. Ein ſehr großer Theil dieſer Muskelfaſern verläuft dann hier quer dem Augenliedrande parallel. Die Cilien ſelbſt haben im Weſentlichen dieſelbe Structur, wie die übrigen Haare des Körpers. Zwiſchen und über ihren Wurzeltheilen liegen ſchon Endtheile der Meibom'ſchen Drüſen. Dieſe, welche unter den Zellgewebe- und den Muskelſchichten tief nach innen liegen, ſtellen ſich bei ihrer gelblich weißen Färbung ſchon dem freien Auge in ihrer Drüſenſtructur dar. Bei ihrer Einbettung in die Subſtanz des Tarſus bilden ſie longitudinale, oft ſanfte Biegungen machende, aus einzelnen, nach beiden Seiten hin ſich wendenden Säckchen beſtehende Träubchen, welche wegen des beſtändigen Reichthums ihres Inhaltes dem freien Auge gelblich weiß und unter dem Mikroſkope dunkel erſcheinen. Zwiſchen den in den mannigfaltigſten Richtungen dicht verwebten Faſern des als Faſerknorpel anzuſprechenden menſchlichen Tarſus laſſen ſich nur ſparſame Kerne und Zellen wahrnehmen.

Die Bindehaut hat längs ihrer ganzen Ausdehnung an ihrer Oberfläche ein Pflaſterepithelium, in welchem größtentheils polygonale, an einzelnen

Ecken oft abgerundete, in der Tiefe meiſt cylindriſche Zellen vorkommen. Dieſes Epithelium folgt, vorzüglich an der Bindehaut der Augenlieder und zum Theil an der Sklerotica den Hügelchen oder Warzen, welche die Conjunctiva nach Analogie der Taſtwarzen der Haut darſtellt und die ſich nach der Cornea hin immer mehr verlieren. Die ſubepidermidale Faſerſchicht ſtimmt aber nicht mehr mit der Faſerbildung des Corium überein, ſondern hat feinere, weichere, zartere Faſern. Innerhalb dieſes Gewebes verlaufen dann die Blutgefäßnetze und die Nervengeflechte. Das letztere iſt ſelbſt noch an der Hornhaut der Fall, obwohl hier die zwiſchen dem Epithelium und der eigentlichen Subſtanz der Cornea befindliche Faſerſchicht ſo gut als gänzlich mangelt. Die halbmondförmige Falte bildet ein rudimentäres drittes Augenlied, welches bei Thieren nicht ſelten einen Knorpel enthält. Die an Blutgefäßen und nicht ſelten an Fettablagerungen verhältnißmäßig reiche, ſogenannte Thränencarunkel enthält zahlreiche Hautdrüſen, welche ſchon ohne Vorbereitung, vorzüglich aber nach Behandlung mit verdünnter Eſſigſäure deutlich werden und in deren Mitte ſich nach Pappenheim oft ein Haar, analog den Talgdrüſen der Haut befindet.

Die beiden Abtheilungen der Thränendrüſe zeigen den gewöhnlichen Drüſenbau. Ihre rundlichen Endköpfchen ſitzen in den kleinſten Läppchen ziemlich eng knospenartig bei einander, während die Verzweigung der Schläuche rein baumförmig erfolgt, ſo daß ſelbſt die letzten Gänge noch eine verhältnißmäßige Länge beſitzen. Die Thränenkanälchen (Cornua limacum) ſind nach Pappenheim faſerig und haben einen Epithelialüberzug von dem Charakter des Flimmerepithelium. Der ſogenannte Horner'ſche Muskel beſitzt, inſofern er überhaupt ſelbſtſtändig iſt, quergeſtreifte Faſern. Die contractilen, unter einander ſich verflechtenden Faſern des Thränenſackes verlaufen theils mehr longitudinal, theils mehr transverſal, theils mehr ſchief. Das Epithelium beſteht aus Flimmercylindern.

Alle Augenmuskeln haben quergeſtreifte Muskelfaſern. Fett und Beinhaut der Orbita geben zu keinen beſonderen anatomiſchen Bemerkungen Veranlaſſung.

Die Hornhaut zeigt außer der Conjunctiva corneae, den Blutgefäßen und Nerven als Subſtanzlage ein faſerig lamellöſes Gewebe, welches ſich durch Einwirkung verſchiedener Agentien, z. B. von heißem Waſſer, Alkohol ſehr leicht milchig trübt und undurchſichtig wird. Die zu mannigfachen Plexus verbundenen Faſern beſtehen aus ſehr dünnen einfachen Fäden, welche nicht ſelten ſchon friſch, vorzüglich bei Beſchattung und noch leichter nach Behandlung mit Alkalien, Holzeſſig, Galläpfeltinctur erkannt werden können. Die Faſern ſind oft platt und zeigen nicht ſelten in ihren größeren Bündeln, ſobald ſie iſolirt worden, wegen ihres elaſtiſchen Zurückſpringens mehr oder minder dichte Querlinien und etwas rauhe bis zackige Ränder. An einzelnen Stellen ſieht man rundliche bis länglichrunde Kernbildungen. Indem ſich dieſe Faſern mannigfach durchweben, bilden ſie die Lamellen der Hornhaut, in welchen vielleicht noch ein Bindeſtoff, der leicht Waſſer aufnimmt, exiſtirt. Denn die iſolirten Lamellen gewähren nicht immer auf den erſten Blick das Anſehen eines Faſergewebes, ſondern nicht ſelten auch einer unregelmäßig krümlichen oder auch körnigen Maſſe. Die Demours'ſche Haut zeigt ſich als ein waſſerhelles, bei Beſchattung, beſonders bei dem Pferde und dem Ochſen, feinfaſerig erſcheinendes feſtes Häutchen, welches an ſeiner innern Fläche mit Epithelialpflaſtern bedeckt iſt, nach vorn und außen dagegen an die innerſten Schichten der Hornhaut ſtößt. In der wäſſerigen Feuchtigkeit entdeckt man höchſtens

kleine, aber unter einander ungleich große, ſparſame Körnchen und körnige Körperchen.

Das Faſergewebe der harten Haut des Auges iſt anatomiſch, wie chemiſch von dem der Hornhaut verſchieden. Die Faſern der Sklerotica ſind feine cylindriſche Fäden, welche ſich leicht wellenförmig biegen und ſchlängeln, ſich bisweilen ſogar vollſtändig knieförmig einknicken, unter dem Mikroſkope bei durchfallendem Lichte eine ſchwach röthlichgelbe Farbe darbieten, durch Eſſigſäure heller und durchſichtiger und endlich in eine gelatinöſe Maſſe verwandelt werden, während dann zerſtreute Kerne und Umhüllungsfaſern zum Vorſchein kommen. Die Hauptzüge der Bündel laufen, indem ſie mannigfache Plexus unter einander bilden, wahrſcheinlich in fortſchreitenden Schraubenlinien, bald mehr quer, bald mehr ſchief und von hinten nach vorn gerichtet. Bei Unterſuchung friſcher Präparate hat es auf den erſten Blick nicht ſelten den Anſchein, als gingen die Faſern der Sklerotica in die der Hornhaut über. Die Unterſuchung erhärteter oder mit Holzeſſig behandelter und dann getrockneter Präparate beſtätigt aber, was ſchon das genauere Studium der Gewebe beider andeutet, daß nämlich kein unmittelbarer Uebergang ſtattfindet, und daß in den Skleroticazacken Endplexus, zwiſchen welchen die Corneazacken hinein greifen, exiſtiren. Die braune Schicht oder die ſogenannte Spinnwebehaut der Sklerotica, deren Selbſtſtändigkeit als Augenhaut noch mehr als zweifelhaft ſein dürfte, iſt ein zellgewebiges, mit blaſſen Umhüllungsfaſern verſehenes Häutchen, an welchem reichliche meiſt veräſtelte Pigmentzellen haften, und welches auch oft länglichrunde zerſtreute Kerne (Schaf) darbietet.

Die Subſtanzlage der Regenbogenhaut, welche nach vorn von ihrem zelligen Epithelium, nach hinten von den Pigmentzellen der Traubenhaut bedeckt wird, zeigt, wenn ſie vollſtändig gereinigt iſt, auf den erſten Blick uns vorzugsweiſe Faſern, welche mehr mit denen der Zellgewebe, als mit muskulöſen übereinzuſtimmen ſcheinen. In der That finden ſich auch reichliche Faſern, welche aus ſehr feinen, ſich ſchlängelnden, ſcheinbar ſehnigen bis zellgewebigen Fäden beſtehen. Die wahren Muskelfaſern der Iris dagegen erſcheinen bei durchfallendem Lichte weißer, ſind ſtraffer, oft platt, erinnern ſehr an die einfachen Muskelfaſern der Mittelhaut des Darmkanals, haben oft Zellenkerne an und zwiſchen ſich, verlaufen ſtrahlig, circulär und ſchief und bilden bei dem Menſchen in einer innern circulären Hauptgruppe den ſogenannten Schließer der Pupille, während außerdem noch eine äußere kreisförmige Gruppe meiſtentheils vorkommt. Da die eſſigſaure Löſung durch Eiſenkaliumcyanid reichlich niedergeſchlagen wird, ſo ſchloß Berzelius, noch ehe die Ergebniſſe der mikroſkopiſchen Unterſuchung bekannt waren, auf muskulöſe Beſtandtheile der Regenbogenhaut. Die einzelnen Muskelfaſern bilden Plexus mit oft bogenartigen Stämmchen. Die Hauptmaſſe des Pigmentes liegt an der hintern Fläche in Form von meiſt pflaſterförmigen Pigmentzellen, welche oft den Blutgefäßen folgen und von denen nach Pappenheim die jüngſte Schicht diejenige iſt, welche der hintern Augenkammer zunächſt liegt. Die ſchichtenweiſe abgelagerten ſtärkeren Pigmentbildungen erzeugen die Traubenhaut. Theils von ihrer Stärke, vorzüglich aber von Pigment, welches in und an der Regenbogenhaut ſelbſt haftet, hängt die Farbe der Iris, oder, wie man im gewöhnlichen Leben ſagt, des Auges ab. Die Blutgefäße und Nervenplexus verlaufen in der Subſtanzlage der Regenbogenhaut.

Die Aderhaut des Auges beſteht aus einer ſtarken Subſtanzlage, welche ſowohl an ihrer äußern, als an ihrer innern Oberfläche eine Pigmentſchicht hat. Die erſtere enthält die Stämme und Wirbel der Blutgefäße und neben

einzelnen Nervenstämmen einfache, denen des Zellgewebes isomorphe Fasern. Isolirt faltet sie sich leicht und läßt nach Behandlung mit Essigsäure auch zerstreute länglichrunde kernähnliche Körper an sich erkennen. An den Blutgefäßstämmen haftet ein Theil des Pigmentes, welches oft verästelte Pigmentzellen darbietet, inniger und fast unzertrennbar. Die innere Pigmenthaut bildet eine Art pigmentirten Pflasterepitheliums, in welches nach Hannover die Stäbchen der Jacob'schen Haut, wie in Scheiden hineinragen. Die äußere Pigmentlage zeigt schichtenweise gelagerte rundliche, polygonale und verästelte Pigmentzellen, welche durch ein feinfaseriges Substrat vereinigt werden.

Von dem Baue der Netzhaut wurde schon das Wichtigste in dem zweiten Abschnitte angeführt. An einem frischen, wegen eines Knochenleidens der Orbita exstirpirten, gesunden Auge konnte ich mich überzeugen, daß auch bei dem Menschen die innere Körnchenschicht und die Ausbreitung der Nervenkörper in den gewöhnlichen Verhältnissen existiren. Der gelbe Fleck erzeugt unter dem Mikroskope eine Anschauung, als wären die Theile, welche er betrifft, mit concentrirter Salpetersäure verbrannt. Daß jedoch etwas der Art wahrhaft nicht stattfinde, lehrt der Umstand, daß Betupfen desselben mit einer Lösung von kaustischem Kali die Färbung nicht sogleich aufhebt, sondern eher auflösend als entfärbend wirkt. Das Centralloch beruht auf einem Substanzverluste, der von innen nach außen vor sich geht, so daß er die Körnchenschicht und die Nervenkörper angreift, während er oft die Primitivfasern und vielleicht immer die Jacob'sche Membran unversehrt läßt. Oft erscheint die Oeffnung in Form einer länglichen, einerseits allmälig verlaufenden, anderseits mit einer blinden runden Grube (welche letztere am tiefsten ist und den meisten Substanzverlust nach sich zieht) endigenden Furche.

Die Linsenkapsel ist eine durchsichtige straffe und verhältnißmäßig harte, schon in dem zweiten Abschnitte näher beschriebene Haut, welche an ihrer vordern Fläche außen ein durchsichtiges Pflasterepithelium hat. In der Regel erscheint sie hier blutgefäßlos. In einem Falle jedoch, wo ich Linse und Glaskörper im Zusammenhange aus dem gesunden Auge eines erwachsenen Mannes unter das Mikroskop brachte und die vordere Linsenkapselwand unter starker Vergrößerung betrachtete, sah ich in ihnen verzweigte Röhren, welche sehr an Capillaren, die ihres Blutes entleert waren, zu erinnern schienen. Nerven sind in ihr bis jetzt nicht beobachtet worden. Dicht unter der Linsenkapsel zwischen ihrer Innenfläche und der eigentlich faserigen Linsensubstanz beobachtet man helle, bald mehr rundliche, bald mehr in gegenseitiger Aneinanderlagerung polygonale Zellen, welche oft einen hellern Inhalt und saturirtere, meist rundliche bis länglich runde Kerne darbieten und in Verbindung mit ihrem Cytoblastem die sogenannte Morgagni'sche Feuchtigkeit bilden. Im Ganzen sind sie in solchem Grade halbdurchsichtig, daß durch sie schon an vielen Stellen die unter ihnen befindlichen Linsenfaserbildungen als Streifen hindurch scheinen. Sie scheinen an verschiedenen Stellen der Linse ungleich vertheilt und vorn stärker, als hinten zu sein. Untersucht man die noch in ihrer Kapsel enthaltene Linse, so sieht man sie z. B. an der Mitte der vordern Fläche dicht an einander gehäuft, während sie an einzelnen Stellen des Randes nur zerstreut existiren oder gar fehlen, und wahrscheinlich durch eine durchsichtige structurlose Masse ersetzt werden. Ebenso sind sie unter einander von verschiedener absoluter Größe und zeigen verschiedene relative Verhältnisse des Volumen und der Ausbildung des Kerns und der umgebenden Zelle, so daß sich hieraus schließen lassen dürfte, sie sei der morphologische Ausdruck einer in einer Ernährungsentwickelung begriffenen Substanz. Die Hauptmasse der Linse bildet

die Faſerſubſtanz derſelben. Verfertigt man ſich einen ſenkrechten, durch den Mittelpunkt der Linſe durchgehenden, ſehr feinen Breitenſchnitt, und gelingt es, denſelben ohne bedeutendere Verſchiebung unter das Mikroſkop zu bringen, ſo ſieht man zum Theil ſchon in ganz friſchem Zuſtande, vorzüglich aber nach Befeuchtung mit Eſſigſäure, welche die Linſenſubſtanz gleich einem caſeinhaltigen Körper trübe macht, daß die Faſern concentriſch gleich den Schaalen einer Zwiebel verlaufen. Nach Behandlung mit Säuren, z. B. Chlorwaſſerſtoffſäure laſſen ſich dieſe Blätter von einander loslöſen. Den Flächen nach verlaufen die Linſenfaſern ſowohl auf der vordern, als der hintern Fläche in Wirbelbogen, welche in ihren einzelnen Linien mit ihrer Convexität gegen einen Radius gerichtet ſind und ſich continuirlich von der vordern auf die hintere Fläche begeben. Um dieſen Radius liegen zu beiden Seiten mehr oder minder ſymmetriſch Bogen. Dieſe an der vordern und der hintern Fläche unter einander verſchiedenen Halbmeſſer ſtoßen vorn und hinten nach Werneck nicht in Einem Mittelpunkte, ſondern zu einem Mittelkörper zuſammen, welcher von der vordern Fläche mehr dreieckig iſt, während er an der hintern mehr zwei, mit ihren Convexitäten einander zugekehrten und durch einen Mittelkörper verbundenen Halbmonden gleicht *). Indem die einzelnen Linſenfaſern, welche ſich gegen ihr Ende zu verſchmälern und abgerundet zu ſchließen ſcheinen, dicht an einander liegen, werden ſie an ihren Seitenwänden geradflächig. Ihr ſenkrechter Durchſchnitt zeigt daher an das Pflanzenzellgewebe erinnernde ſechseckige Figuren. Im Allgemeinen ſind ſie ſo durchſichtig, daß ſie nur bei gedämpftem Lichte in ihren Details ſtudirt werden können. Oft zeigen ſie an ihren Rändern oder auf der Fläche ihrer Seitenwandungen einen kleinen, meiſt unregelmäßigen Körnchenbeleg; bisweilen Querlinien, welche entfernt an die Querſtreifen der Muskeln und bisweilen feine Zacken, welche an die Zacken der Linſenfaſern der Fiſche erinnern. Gleichwie die Dichtigkeit der Schichten und die Feinheit der Faſern nach dem Kerne hin zunimmt, ſo dürfte vielleicht auch ein morphologiſcher Entwickelungsfortſchritt von außen nach innen ſtattfinden. An dünnen Schichten des Centraltheiles liegen ſie ſo dicht und ſo regulär an einander und ſind in ihrer Breite oft ſo wenig unterſchieden, daß man bei ihrer Anſchauung unwillkürlich an ein ſehr feines Glasmikrometer erinnert wird.

Der Glaskörper iſt ſeinem feinern Baue nach ſo gut, als unbekannt. Die frühere und faſt noch jetzt allgemein gültige Annahme, daß er von einer äußern waſſerhellen Haut, Membrana hyaloidea, umſchloſſen werde und daß die Fortſetzungen derſelben im Innern ein zelliges Netzwerk, deſſen Maſchenräume mit einer Flüſſigkeit erfüllt ſeien, darſtellen, beruht auf unvollſtändigen Beobachtungen mit freiem Auge, beſonders auf der Wahrnehmung des Ausfließens kleiner Quantitäten einer flüſſigern Maſſe nach Anſchneiden des Corpus vitreum, ſo wie auf dem Phänomene, daß ſich nach dem Gefrieren die Eismaſſen nicht zuſammenhängend, ſondern in kleineren, den Zellenräumen entſprechenden Größen vorfinden. Die Bemühungen, unvorbereitet ſeine mikroſkopiſche Structur zu erforſchen, waren, wie noch die neueſten Mittheilungen von Henle beweiſen, ſo gut, als erfolglos. Erhärtete Pappenheim einen Glaskörper in kohlenſaurem Kali, ſo wurde er weiß und ließ ſich zwiebelartig in concentriſchen Schichten abblättern. In den Lamellen zeigten ſich ſehr feine Faſern und hin und wieder, doch mehr als zufälliges Nebenproduct auftretende Körnchen. Daß an der Außenfläche der Begrenzungshaut des Glaskörpers

*) Ueber den ſpeciellen hierher nicht gehörenden Verlauf der Linſenfaſern ſ. Pappenheim, die ſpecielle Gewebelehre des Auges. Breslau, 1842. 8. S. 177, 178.

ein zelligtes, von den Bestandtheilen der Netzhaut und der Gefäßausbreitung auf derselben leicht zu sonderndes Epithelium existire, ist selbst bei dem Menschen leicht zu beobachten.

Das in seiner Grundsubstanz zellgewebige Ciliarband enthält außer den Blutgefäßen vorzüglich äußerst zahlreiche Geflechte und zum Theil Endschlingen von Primitivfasern der Ciliarnerven. Die Membran, innerhalb welcher die gewundenen Blutgefäße der Ciliarfortsätze liegen, wird von oft rundlichen Epithelialzellen bedeckt. Ueber diesen liegen die oft verzweigten Pigmentzellen. Ob die Fasern des Ciliarkörpers contractil seien oder nicht, läßt sich weder nach dem anatomischen Verhalten, noch durch bestimmte physiologische Versuche entscheiden. Die Zonula Zinnii besitzt eigenthümliche, meist radial verlaufende, oft blasse und sich theilende Fasern. An dem Ciliartheile der Netzhaut erkennt man vorzugsweise die zelligten Gebilde. Die Jacob'sche Membran erstreckt sich nicht so weit nach vorn. Ob einzelne Primitivfasern bis hierher gehen oder nicht, ist noch ein Gegenstand des Streites.

b. Geruchsorgan.

Die äußere Haut der Nase stimmt im Wesentlichen mit der übrigen Haut des Gesichtes überein. Nur hat sie, wie im Speciellen bei Gelegenheit des Tastorganes näher erläutert werden soll, stärkere Talgdrüsen, welche vorzüglich in dem Winkel dicht an dem Rande der Nasenflügel liegen. Zwischen den einzelnen Haarbälgen sieht man noch bisweilen auf feinen senkrechten, vorzüglich mit Essigsäure durchsichtiger gemachten Schnitten große einfache Bälge, die sogenannten Mitesser, welche bald für erweiterte Haarbälge, bald für vergrößerte Talgdrüsen gehalten worden sind. Eben so zeigen auch die Vibrissae die Structur der gewöhnlichen mittelgroßen Haare. Alle Nasenknochen haben ächte Knochen-, so wie alle Nasenknorpel ächte Knorpelsubstanz. Auf einem horizontalen Querschnitte aus der Mitte des Scheidewandknorpels sieht man an den beiden (seitlichen) Rändern an dem Perichondrium, jenen Randbegrenzungen parallel laufende und meist spindelförmige Knorpelkörperchen. In der Mitte lassen die hier größer und zusammengesetzter werdenden Knorpelkörper eine vorzugsweise Richtung von dem rechten zum linken Rande des Scheidewandknorpels oder umgekehrt, deutlich erkennen. Auch auf perpendikulären Schnitten stellt sich die Richtung der Knorpelkörper der Mittelmasse quer dar. Auf senkrechten von unten nach oben gehenden Schnitten der Seitenwandknorpel sowohl, als der unteren Nasenknorpel erscheinen die größeren Knorpelkörper transversal von außen nach innen oder umgekehrt gestellt. Dasselbe ist auch sogar, so weit sich dieses bestimmen läßt, mit den drei oder vier kleineren Nasenknorpeln der Fall. Es scheint daher, daß für alle Nasenknorpel das Grundgesetz gelte, daß sich ihre Knorpelkörper, wenn sie bei fortschreitender Entwickelung eine ausgesprochenere Lagerungsrichtung darbieten, quer stellen.

Fast die ganze Schleimhaut der Nasenhöhle wird von einem Flimmerepithelium bekleidet (S. d. Art. Flimmerbewegung). Auf sehr feinen senkrechten Durchschnitten sieht man hier bisweilen unter den palisadenartig stehenden Flimmercylindern mehrfache Schichten jüngerer Zellgebilde, deren Kerne nach Befeuchtung mit Essigsäure deutlich hervortreten. Die ganze Anschauung erinnert lebhaft an ähnliche Bilder der Epidermis. Innerhalb der faserigen Grundmasse der Schleimhaut selbst sind die Schleim absondernden Drüsen äußerst zahlreich abgelagert, so daß man oft auf senkrechten fei-

nen Durchschnitten, z. B. aus der Mitte der Nasenscheidewand zwischen den einzelnen Drüsendärmchen nur geringere Interstitien der Grundsubstanz der Schleimhaut wahrnimmt. Der Drüsenreichthum dürfte hier dem der Magenschleimhaut wenig nachgeben. Zur Untersuchung der Drüschen selbst diente mir Befeuchtung mäßig feiner senkrechter Durchschnitte mit Ammoniak besser, als die Behandlung mit Essigsäure oder mit kaustischem Kali. Man sieht dann, wie jeder Därmchenhaufen von kreisförmig herumgehenden Fasern des Umhüllungsgewebes (und der Schleimhaut) umgeben oder isolirt wird. Meistentheils hat es auf den ersten Blick den Anschein, als seien diese Träubchen Endbläschen. Allein an vielen Stellen erkennt man sie als unverletzte oder durchschnittene gewundene Röhren, so daß man sich eher zur Ansicht neigt, daß sie meist Windungen langer Drüsenröhren seien. Die Wahrheit dürfte in der Mitte liegen. Denn löst man ein Stück Schleimhaut los, macht es durch Ammoniak durchsichtig und betrachtet es von seiner Anheftungsfläche aus, so scheinen an einzelnen Stellen blinde Enden von Röhren, an anderen Windungen zu existiren. An der obern Fläche der Schleimhaut zeigen sich die einzelnen Mündungen dieser Drüsen, und werden von entsprechend laufenden Capillaren umstrickt.

Die mit weichen Hüllen versehenen Nervenfasern des Geruchsnerven bilden Geflechte mit rhomboidalen Maschenräumen.

c. Gehörorgan.

Dieses weicht dadurch von dem Auge ab und nähert sich mehr den anderen Sinnesorganen, daß ihm Gewebe, welche nur in ihm und in keinem andern Körpertheile vorkämen, mangeln. Die Haut des äußern Ohres stimmt im Wesentlichen mit der des übrigen Kopfes überein. Die Substanz des Ohrknorpels ist Faserknorpel, welcher, je nach den verschiedenen Stellen, in verschiedenen Ausbildungsverhältnissen erscheint. Der größte Theil der Ausdehnung der eigentlichen Ohrmuschel zeigt diejenige Form, welche man unter dem Namen des Netzknorpels aufgeführt hat, d. h. ein faseriges, oft granulirtes oder mit Körnchen bedecktes Netzwerk enthält in der Fläche, wie in allen Höhen rundliche bis länglichrunde, bisweilen auch mehr oder minder sphärisch dreieckige Maschenräume, von denen jeder von einem hellen Knorpelkörper ausgefüllt wird. Die meisten von diesen enthalten eine einfache, seltner eine mehrfache Kernbildung, welche ein einfaches (oder meist bei minderer Isolirtheit des Kernes mehrfaches) helles, oft durchsichtiges oder fettähnliches Kernkörperchen führt. Das letztere zeigt in benachbarten Körpern sehr verschiedene Größenverhältnisse, welche um das Fünf- bis Sechsfache des Durchmessers variiren können. Um das Kernkörperchen oder um den Kern existiren oft concentrische Streifungen. Durch Behandlung mit Essigsäure kann man das Netzwerk klarer zur Anschauung bringen. An einzelnen Stellen durchziehen eigene für die Blutgefäße bestimmte Räume diesen Knorpel. Das diesen letztern umgebende und zwischen ihm und der äußern Haut befindliche Fasergewebe ist vorzugsweise zellgewebig, enthält aber auch feinere elastische Fasern, so wie oft reichliche Fettablagerungen, und wird von den Blutgefäßen und Nerven des äußern Ohres durchzogen. Das Innere des Ohrläppchens ist, wie es auch schon die Untersuchung mit freiem Auge andeutet, eine weiche zellgewebige Masse, in dessen Räumen eine reichliche Fettablagerung stattfindet. Alle größeren und kleineren Ohrmuskeln enthalten quergestreifte Muskelfasern.

Die in der Haut des äußern Gehörganges eingebetteten Haare und

Ohrenschmalzdrüsen zeigen noch zu einander dieselben wesentlichen Verhältnisse, wie in der äußern Haut d. h. die Austrittsstellen der Haare und der Hauptausführungsgänge der Drüsen fallen in einen Raum zusammen. Nicht selten sieht man auf senkrechten Schnitten Haare, ohne daß Drüsengänge dabei erscheinen. Allein wenigstens der größte Theil solcher Anschauungen hat darin seinen Grund, daß durch die Verfertigung des Schnittes die Hautdrüsen entfernt werden. Im Ganzen scheinen die Ohrenschmalzdrüsen nur stärker entwickelte Hautdrüsen zu sein. Schon an dem äußern Ohre werden die Glandulae sebaceae nach Pappenheim an den vertieften Theilen stärker. Man bringt die Ohrenschmalzdrüsen schon für das freie Auge dadurch sehr leicht zur Anschauung, daß man sich senkrechte Hautschnitte verfertigt und diese mit verdünntem kaustischen Kali befeuchtet. Unter dem Mikroskope erscheinen sie auf dünnen, mit dem Doppelmesser verfertigten Schnitten, wie zusammengesetzte Drüsen, deren mannigfach gespaltene Aeste bald strahlig, bald gebogen, bald gewunden verlaufen und entweder keulenförmig verdickt oder mit selbstständigeren Endköpfchen schließen. An ihren Hauptgängen sieht man oft spiralige Drehungen, wie dieses bei den Hautdrüsen specieller angegeben werden wird. Ihr dem freien Auge weiß bis weißgelb erscheinender Inhalt, erscheint in seinen größeren Massen unter dem Mikroskope bei durchfallendem Lichte undurchsichtig und daher dunkel, isolirt dagegen in Form von gelblichen, etwas festen fettähnlichen Kugeln, welche häufig bei ihrer dichten Aneinanderlage verzogen werden. In dem ausgesonderten Ohrenschmalze finden wir dieselben fettigen Elemente, theils als größere Körper, theils feiner zertheilt, nebst vielen losgestoßenen Epithelialblättchen und vielleicht noch eigenthümlichen Körnchen wieder. Der Knorpel des äußern Gehörganges besteht ebenfalls aus Netzknorpel, bei welchem bisweilen die Netzwandungen etwas dünner zu sein scheinen. Nach dem knöchernen Gehörgange hin wird die Haut dünner, verliert allmälig ihren Reichthum an Einlagerungsbildungen (Haaren und Drüsen) und geht endlich mit ihrer Epidermis in ein einfacheres Pflasterepithelium über. Unter ihm liegen zellgewebige und sehnigte Fasern.

Die mittlere oder die Substanzlage des Trommelfelles ist fibrös, zeigt an den abgerissenen Rändern blasse, scheinbar platte und etwas steife Fasern, bietet nach Behandlung mit Essigsäure die Kerne der Kernfasern und die der Epithelialzellen deutlicher dar, nimmt nach Pappenheim sowohl Fasern der Beinhaut des äußern Gehörganges, als der Trommelhöhle in sich auf und ist sowohl äußerlich, als innerlich von einer Epithelialschicht überzogen, die äußerlich in die Oberhaut des äußern Gehörganges, innerlich in die der sogenannten Schleimhaut der Trommelhöhle übergeht. Der ligamentöse Ring scheint nach Pappenheim ein knorpelähnliches Gewebe zu besitzen. Die Gehörknöchelchen, welche von einer faserigen, mit einem zelligten Epithelium versehenen Haut umhüllt werden, besitzen die gewöhnliche Knochensubstanz mit Beinhaut und knorpeligen Gelenküberzügen. Der m. mallei internus und der m. stapedius sind immer quergestreift. Der m. mallei externus bietet in der Regel keine solche Fasern dar, sondern erscheint als bloße Bandmasse. Nach Miescher hat er bisweilen ein röthliches fleischähnliches Aussehen, ohne quergestreifte Muskelfasern darzubieten. Diese sind aber auch von Krause hier bisweilen beobachtet worden. In dem weichen Ueberzuge der Trommelfellhöhle werden die Fasern der Beinhaut von einer faserigen eigenthümlichen Haut (der sogenannten Schleimhaut), und diese von dem Epithelium überlagert. Die Membran des runden Loches ist fibrös

und beſteht aus kreisförmigen circulären und radialen Faſern. Nach außen ſowohl, als nach innen beſitzt ſie Epithelialſchichten. Etwas Aehnliches findet bei der Membran des eirunden Loches Statt. Der knöcherne Theil der Euſtachiſchen Trompete zeigt die gewöhnliche Knochen-, der knorpelige mehr weiße oder mehr gelbe Faſerknorpelſubſtanz. Ihre faſerige Schleimhaut wird vom Flimmerepithelium überzogen und enthält nach Pappenheim am Eingange Zotten und Drüſen, welche letztere nach ihm einfache, mit Epithelialzellen gefüllte Schläuche darſtellen.

Die knöchernen Theile des innern Labyrinthes haben die gewöhnliche Knochenſubſtanz. Die Beinhaut des Vorhofes und der halbcirkelförmigen Kanäle enthält die gewöhnlichen Beinhautfaſern, welche von Epithelialzellen an ihrer Innenfläche bedeckt werden. Der häutige Vorhof und die häutigen Bogengänge mit ihren Ampullen ſind faſerige Gebilde, welche wiederum von oft leicht veränderlichen Zellen bedeckt werden und nach Behandlung mit Eſſigſäure die gewöhnlichen Kerne und Umhüllungsfaſern darbieten. Pappenheim fand außerdem noch nach außen wahrſcheinlich in einer durchſichtigen Membran liegende große Kugeln mit Centralkernen, welche ziemlich locker an einander haften. Die Vitrine bildet eine durchſichtige an und für ſich gleichförmige Maſſe. Die in Vorhof und Ampullen verlaufenden Nerven zeigen ſehr reichliche Plexus mit rhomboidalen Maſchenräumen und Endumbiegungsſchlingen. Nicht ſowohl bei dem Menſchen, als bei den Säugethieren und Vögeln ſind an und zwiſchen ihnen große Kugeln mit körnigem Inhalte und Kernen beobachtet worden. Die Otolithbildungen, welche auch hier aus ſechsſeitigen Säulen mit drei- oder ſechsflächiger Endzuſpitzung beſtehen, liegen wahrſcheinlich zu regulären Maſſen zuſammengehäuft.

d. Geſchmacksorgan.

S. unten bei den Verdauungsorganen.

e. Taſtorgan.

Jede freie, äußere oder innere Hautoberfläche, in deren Subſtanzlage ſenſible Hautnerven endigen, hat, ſobald nicht Vorrichtungen, welche die Ueberführung der Empfindung in das Selbſtbewußtſein hindern, dazwiſchen treten, das Vermögen, Taſteindrücke zu erzeugen. Da jedoch die inneren Häute bei Gelegenheit der einzelnen Organe abgehandelt werden, da überdies die äußere Haut vorzugsweiſe zum Taſten eingerichtet iſt und an ihren verſchiedenen Stellen in dieſer Beziehung verſchiedene anatomiſche und phyſiologiſche Eigenthümlichkeiten darbietet, ſo wird ſie allein hier ſpeciell betrachtet werden. Bei dieſer Gelegenheit müſſen wir auch die an und in ihr befindlichen Gebilde wie das Unterhautzellgewebe mit der Fettſchicht, die Nägel, die Hautdrüſen und die Haare erörtern.

An der Haut ſelbſt kann man, ſtreng genommen, nur die Oberhaut und die Lederhaut unterſcheiden. Unter dieſer folgt dann das Maſchennetz des ſubcutanen Zellgewebes und die Fettlage. Die Oberhaut gehört zu den Pflaſterepithelien, deren Zellen um ſo jünger ſind, je näher ſie der Lederhaut liegen. Gegen die Oberfläche hin verhornen ſie einerſeits immer mehr und gehen anderſeits in Blättchen über. Schaben wir daher die Oberhaut, vorzüglich nachdem ſie etwas angefeuchtet worden, ab, ſo finden wir außer den anhaftenden fremden Theilen und den Producten der Hautabſonderung, als unregelmäßigen Körnchen, Oeltröpfchen u. dgl. theils unverletzte und bei

ihrer großen Plattheit und Dünne eingerollte und unregelmäßig verbogene Epidermidalblättchen, theils Fragmente, theils größere Zusammenhäufungen derselben, welche letztere bei ihren Einrollungen, ihren ungleichen Dickeverhältnissen, ihrer Ueberlagerung durch die Elemente der Hautabsonderung und die Residua der Hautausdünstung oft das Gepräge ganz unregelmäßiger oder unvollständiger, wie angefressener Gebilde oder unbestimmt blättriger oder geradlinig brüchiger Massen an sich tragen. Unter starker Vergrößerung zeigen fast alle Blättchen etwas Faltiges oder etwas Granulirtes oder beides zugleich mit oder ohne discretere Körnchen an ihren halbdurchsichtigen Wandungen. Oft ist der Kern unsichtbar, oft sehr blaß oder hell. Gelangt man bei fortgesetztem Schaben zu tieferen Schichten, so fallen zuerst die Kerne, welche sich durch dunklere Contouren ihres Randes auszeichnen und häufig von einem hellern Halo umgeben werden, auf. Die granulirten Zellenwandungen erscheinen minder gesondert. An einzelnen sehr dünnen Lamellen sieht man aber sowohl im frischen Zustande, als besonders nach Behandlung mit Essigsäure, daß die polygonalen Epidermidalzellen gleich den Zellen anderer Pflasterepithelien eng an einander gefügt sind. Diese Anlagerung ist so dicht, daß man keine besondere zusammenleimende Intercellularsubstanz wahrnimmt. Nach Anwendung von Schwefelsäure oder Essigsäure aber lösen sich die älteren Zellen und Blättchen theils von selbst, theils mit Beihülfe von Druck leichter von einander. In den tiefsten Lagen treten endlich zuerst die rundlichen, bis länglichrunden, oft in der Mitte vertieften und gelbröthlichen Kerne hervor. Betrachtet man das Präparat, nachdem man es mit Essigsäure durchsichtiger gemacht, bei gedämpftem Lichte, so sieht man, daß auch sie noch von Pflasterzellen, welche sowohl absolut, als im Verhältniß zur Kernbildung sehr klein sind, umgeben werden. Die jüngste unmittelbar an der Lederhaut befindliche Schicht von Zellen, deren Kerne besonders hervortreten und oft mit ihrem längern Durchmesser senkrecht stehend, und bei sehr dünnen Durchschnitten überall von sehr engen Zellen umgeben erscheinen, nach Henle dagegen an einzelnen Stellen allein deutlich sind, hat man unter dem sehr verschieden gebrauchten Namen des Malpighi'schen Schleimes zu verstehen.

Verfertigt man sich mittelst des Doppelmessers einen feinen senkrechten Hautschnitt, so sieht man, daß die Schichten der Oberhaut den Erhebungen und Vertiefungen der Lederhaut mehr oder minder folgen. Am deutlichsten ist dieses z. B. an der Haut der Volarfläche der Fingerspitzen, überhaupt an Hautstellen, welche mit ausgebildeteren Tastwärzchen versehen sind, wahrzunehmen. Die tieferen Oberhautschichten folgen diesen Wärzchen genauer, während die oberen zwar noch im Allgemeinen die Erhebungen und Senkungen, jedoch weniger genau und mit unbedeutenderen Thalvertiefungen wiedergeben. Die so senkrecht durchschnittene Oberhaut zeigt die einzelnen Epidermidallagen, durch quere wellenförmige Grenzlinien an. Diese zeigen bei schwachen Vergrößerungen oft scheinbare spindelförmige Körperchen, bei stärkeren nicht selten doppelte Contouren und ungleich vertheilte Schatten- und Lichtpartien, lauter Dinge, welche nur davon herrühren, daß die senkrecht durchschnittene Epidermis nicht gleich einer weichen Masse dem Messer folgt und ebene Schnittflächen darbietet, sondern daß sie sich mehr blättert, indem zugleich die durchschnittenen rhombischen Zellen und Blättchen theils in ihren Durchschnitten, theils etwas schief zum Vorschein kommen. Bei Betrachtung dünner Hautschnitte von der Vogelperspective aus erscheinen die Tastwärzchen als mehr oder minder rundliche

Flecke, um und zwischen welchen die Zellen der Epidermis in bogenförmigen Linien herumgehen.

Die Elemente der Lederhaut bilden Fasern, welche sehr dünn sind, bündelweise bei einander liegen, sich leicht wellenförmig biegen, sich an den Rändern der Bündel bisweilen etwas rauh zeigen oder kleine Faserfragmente an sich haben, bei durchfallendem Lichte röthlichgelb erscheinen und durch Essigsäure gelatinös und unkenntlich werden, während durch ihre Starrheit, ihre schärferen Ränder, ihre Verästelungen und Verbindung, ihren unregelmäßigen Verlauf und ihre irreguläre Vertheilung sich auszeichnende Umhüllungsfasern hervortreten. Diese letzteren erscheinen an vielen Stellen deutlich auf der Oberfläche der Bündel der ersteren und folgen auch auf oft kenntliche Weise deren netzförmigen Vereinigungen. Hat man sich mit dem Doppelmesser einen sehr feinen senkrechten Durchschnitt der Lederhaut bereitet und diesen durch anhaltende Einwirkung von Essigsäure durchsichtig gemacht, so sieht man ein schönes Netzwerk mit rundlichen bis länglichrunden hellen Maschen von sehr ungleicher Größe, welche in den verschiedenen Schichten einander nicht decken oder gleichmäßig liegen, so daß man so ein vollständiges Bild, wie diese in Essigsäure nicht angreifbaren Fasern verlaufen, erhält. Befeuchtet man ein solches Präparat mit concentrirter Salpetersäure, so sieht man an vielen Stellen nur Scheinkerne, d. h. längliche Gebilde, welche bloße Fragmente unveränderter, der Essigsäure widerstehender Fasern sind. An anderen Stellen dagegen erblickt man vollständige Spindeln, von denen gar keine Faden ausgehen und die in einiger Entfernung von benachbarten Spindeln liegen, oder von denen Faden abtreten, um sich mit der Endspitze einer benachbarten Spindel zu verbinden. Selten schien auch eine Spindel nur an Einem Ende einen Faden abzusenden. Auch diese Spindelfaden aber können sich zu mannigfachen Netzwerken vereinigen.

Die dunkele Farbe der Haut des Negers hängt von einer eigenthümlichen zwischen Cutis und Epidermis befindlichen Pigmentschicht ab. Es ist noch genauer zu untersuchen, ob diese von den eigentlichen Epidermidalzellen wesentlich verschiedene Zellen hat oder ob nicht solche Zellen überhaupt in früherer Zeit Pigment, welches sich mit fortschreitender Verhornung verliert, aufnehmen. Von solchen Pigmentirungen, welche natürlich, da mit der Stärke der Vergrößerung auch die Farbennuancirung abnimmt, unter dem Mikroskope kaum wahrnehmbar werden, hängen wahrscheinlich auch die dunkelen Teints der weißen Menschenracen ab. Daß die durchscheinenden Blutgefäße auf die Färbung der Haut einen Einfluß haben, lehren die Röthung der Wangen, in Folge von Schaam, das Rothwerden der Nase nach Kälte, die dunkelrothe bis blaurothe Farbe bei Weintrinkern, die Eigenthümlichkeit, welche bei einzelnen sehr zarthäutigen Personen, vorzüglich gracilen Frauen vorkommt, daß sie nicht bloß an den Wangen, sondern auch an dem Kinne erröthen u. dergl. mehr. Gerade diese Phänomene beweisen aber zugleich die Unrichtigkeit der Ansicht, daß die eigentliche brunette oder gelbe Hautfärbuug von dem Grade des Durchscheinens der Blutgefäße der Cutis abhänge.

Zu den in der Haut eingelagerten Gebilden gehören die Hautdrüsen und die Haare. Wo beide in der Haut, wie meistentheils, neben einander vorkommen, haben sie, wie es scheint immer die Tendenz, an einem und demselben Punkte an die Oberfläche zu treten. Die Hautdrüsen besitzen an den verschiedenen Hautstellen verschiedene Gestalten. Machen wir uns z. B. einen feinen senkrechten Schnitt durch die Haut der Wange und hellen ihn, wenn er noch etwas zu dick ist, durch Essigsäure etwas auf, so sehen wir an vielen Orten, wo die Drüsenformation durch den Schnitt mitgenommen und unversehrt

gelassen worden, daß neben dem Haar entweder einerseits oder beiderseits ein langer, unten sich kolbig erweiternder Drüsenschlauch hinabgeht. Bei schwachen Vergrößerungen hat es das Ansehen, als seien Ausführungsgang und Drüsenkolben zellig. Bei starker Vergrößerung aber giebt sich das wahre Verhalten folgendermaßen zu erkennen. Der Ausführungsgang ist schraubenförmig gewunden, doch so, daß die einzelnen Windungen nicht sowohl von einander abstehen, als eng an einander liegen. Nach unten zu geht diese Einrollung in Schlingenbildung und Verwickelung über und erzeugt so das Scheinbild eines drüsigten Follikels, während es in der That nur der auf einen engern Raum durch Einwindung concentrirte Drüsenschlauch ist. An der genannten Hautstelle reichten wenigstens bei den von mir untersuchten Präparaten die Enden der Drüsen meist nicht bis in das subcutane Zellgewebe hinein. Diese Hautdrüsenform scheint in der ganzen oder wenigstens dem größten Theile der Haut verbreitet zu sein. Ich habe sie bis jetzt z. B. in der Haut des Gesichtes, des Halses, der inneren Flächen des Oberarmes und des Vorderarmes, der Brustdecken u. dgl. gefunden, ohne daß ich mir jedoch stets eine genaue Anschauung des spiralförmigen Verlaufes und der Verwickelung bereiten konnte. In einer eigenthümlichen starken Entwickelung finden wir die Hautdrüsen mit spiralförmigem Gange in der Hohlhand und der Fußsohle; daher man sie auch hier vorzugsweise mit dem Namen der Spiraldrüsen oder, da sie bei dem Abziehen der Oberhaut von der Lederhaut dem freien Auge fadenförmig erscheinen, der Spiralfäden (der Schweißdrüsen) bezeichnet hat. An der Hand beginnen sie an dem Carpalgelenke in ihrer vollständigen Ausbildung, obgleich ich schon an der Haut des untersten Theiles des Vorderarmes Drüsen mit ausgezogeneren Korkzieherwindungen des Ausführungsganges, d. h. vielleicht Uebergangsformen, die selbst noch neben Haaren existirten und mit diesen ausmündeten, vorfand. Eben so existiren auch hier Drüsenbildungen, welche sehr tief bis in das subcutane Zell- und Fettgewebe hinabreichen und dann in ihrem Endtheile die Windungen ihres Drüsenganges oft besonders deutlich zeigen. An allen mit Hautlinien versehenen Stellen der Hand finden wir diese Spiraldrüsen dergestalt, daß durch die mehr oder minder starke Oberhaut ein korkzieherartig gedrehter Drüsengang läuft, sich in den tieferen Schichten bisweilen mehr streckt, dann in die Lederhaut tritt, hier bald gebogener oder gewundener oder gerader hinabgeht, sich auch hier auf eine bisweilen z. B. in der die kleinen Daumenmuskeln an der Volarfläche bedeckenden Haut auf deutliche Weise gabelig theilt und sich hierauf verwickelt. Aehnliche Verhältnisse finden am Fuße Statt. In der Haut des untersten Theiles des Unterschenkels z. B. am äußern Knöchel haben wir sehr in die Tiefe reichende Drüsen, deren langer Ausführungsgang gestreckt, nur bisweilen etwas gebogen, nicht aber korkzieherartig gedreht ist. Dieses findet genau bis zu den Stellen, wo die Hautlinien beginnen, Statt. Hier treten dann mit diesen sogleich die korkzieherartig gedrehten Ausführungsgänge der Spiraldrüsen auf. Sie verhalten sich hier im Wesentlichen ganz wie in der Hand, nur daß die größere Dicke der Epidermis, vorzüglich an der Fußsohle auch einen längern Ausführungsgang und zahlreichere Schraubenwindungen desselben bedingt. Nach dem oben angeführten Gesetze erklärt es sich, weshalb ausgebildetere Spiraldrüsen an dem Rücken der Hand und dem des Fußes zu fehlen scheinen.

Außer den bis jetzt erwähnten Hautdrüsen kommen nach den verschiedenen Localitäten der Haut noch mannigfache andere Drüsen zum Vorschein. Die tief in die Lederhaut oder noch weiter reichenden Drüsen mit den langen theils geraden, theils mehr gedrehten Ausführungsgängen, welche allein oder neben

den kleineren Spiraldrüſen der Haut ſehr verbreitet (z. B. am Geſicht, am Geſäß, am Ober- und Unterſchenkel) vorkommen und vielleicht ſelbſt noch in verſchiedene Abtheilungen zerfallen, wurden ſchon erwähnt. An der behaarten Haut des Kopfes ſah ich lange Schlauchdrüſen mit weitem, aber ſparſam gedrehtem oder auch mehr geradem Gange, welche bald bis in den Anfang des ſubcutanen Fettgewebes hinabreichten, bald höher oben aufhörten. Nach dieſen finden ſich noch eigenthümliche Bildungen, da wo ſtärkere Abſonderungen von Fett oder Hautſchmiere exiſtiren. Daher man auch dieſe Drüſen vorzugsweiſe als Talgdrüſen aufführt. In der ſo reichliches Fett ſecernirenden Haut an den Naſenflügeln und der Nachbarſchaft derſelben ſtoßen wir auf große, vorzüglich wenn der Schnitt mit Eſſigſäure oder noch beſſer mit verdünntem kauſtiſchen Kali durchſichtiger gemacht worden, dem freien Auge kenntliche, durch die weiße Farbe ihres Fettinhaltes auffallende Drüſen, welche unter dem Mikroſkope dicke, mit undurchſichtigem Inhalte verſehene Endmaſſen zeigen, oft mehrfache ſolche Aeſte von Einem Hauptſtamme hängen haben, immer mehr oder minder tief in die Lederhaut und oft in das ſubcutane Zell- und Fettgewebe hineinreichen und unter einander in benachbarten Hautſtellen von ſehr verſchiedener Größe ſein können. Bisweilen findet ſich auch hier eine gabelige Theilung des Hauptausführungsganges; bisweilen gehen zwei geſonderte Hauptausführungsgänge zweier benachbarter Drüſen neben einander nach außen. Aehnliche verzweigte nur kleinere Drüſenbildungen finden ſich in der Haut der Achſelhöhle; zum Theil, wie es ſcheint, in der der Ellenbogenbuge, in der der Inguinalgegend, am mons Veneris, zum Theil der der Kniekehle und vielen anderen Punkten mehr. Auf die Hautdrüſen der männlichen und weiblichen Geſchlechtstheile werden wir bei dieſen ſelbſt zurückkommen. Befeuchtet man einen dünnen ſenkrechten Hautſchnitt, welcher eine Hautdrüſe vollſtändig enthält, mit Eſſigſäure, ſo ſieht man, daß um ſie herum ein eigener Zug von Faſern, welche vorzüglich durch die Umhüllungsfaſern bezeichnet werden, herumgeht und ſie ungefähr gleich einem eigenen Balge einhüllt. Dieſe Abſchließung iſt jedoch nicht ſo vollſtändig, daß es nicht möglich würde, den balgartigen Theil, ſei es für ſich, ſei es in Verbindung mit der Drüſe, vollkommen zu iſoliren. Auch ähnliche ſcheidenförmige Gebilde umgürten, wie wir ſehen werden, die Wurzeltheile der Haare.

Jedes Haar beſteht aus dem mehr oder minder langen, bald mehr rundlichen, bald mehr platten Schafte, welcher mit einer ſehr kleinen Strecke ſeines Baſaltheiles in der Haut ſteckt, ſich aber mit ſeinem übrigen größern Theile außerhalb derſelben befindet, und der Wurzel, welche in der ſogenannten Haarzwiebel eingeſchloſſen iſt. Bekanntlich iſt die Größe und vorzüglich die Länge der Haare an den verſchiedenen Körperſtellen ſehr verſchieden. Eben ſo zeigen ſie ſich in ihren Durchſchnittscontouren bald cylindriſch, bald platt, bald nierenförmig— lauter Differenzen, welche weniger hierher, als in die ſpecielle Anatomie gehören. Unterſuchen wir zunächſt, um durch die Dunkelheit der Farbe nicht geſtört zu werden, den Schaft eines abgeſchnittenen grauen bis weißen Haares unter ſtarker Vergrößerung, ſo fallen uns zunächſt eine peripheriſche längsfaſerige Maſſe, welche heller iſt, die ſogenannte Rindenſubſtanz, und ein centrales, der Länge nach gehendes mit einer ſcheinbar körnigen Subſtanz gefülltes Gebilde, der ſogenannte Markkanal, mit ſeinem Inhalte auf. Der letztere iſt an einzelnen Stellen ſchmaler und mit ſeinen Seitenrändern gleichläufiger. An anderen dagegen erweitert er ſich auf eine mehr oder minder unregelmäßige Weiſe, an einer oder an beiden Seiten wird er bauchig, ſchnürt ſich hierauf auch wohl local ein, nähert ſich bisweilen, ohne jedoch die Innengegend gänzlich zu verlaſſen, mehr der einen oder der andern Seite des ganzen Haares und zeigt

an einzelnen Stellen Biegungen und Wendungen ſeines Inhaltes, der auch oft kleinere oder größere Lücken darbietet und nahe dem abgeſchnittenen Ende eine Strecke weit fehlen kann. An der Spitze von Haaren, welche nicht geſchnitten werden, ſieht man oft ſehr deutlich an dem abgerundeten, ſeltener etwas zackigen Ende den Markkanal abgerundet, blindſackartig aufhören, ſo daß noch ein Bogen von Rindenſubſtanz dieſes Schlußende deckt. Außer dieſen beiden Haupttheilen bemerkt man an der äußern Oberfläche des ganzen Haares neben den zufällig anhaftenden Unreinigkeiten, dem Fette und dergleichen, einzelne anliegende und aufliegende Schüppchen, welche in ſehr verſchiedener Menge vorhanden ſind, ſich leicht an einzelnen Stellen losſchilfern, oft vollkommen an die losgeſtoßenen Blättchen der Oberhaut erinnern und von der Fläche geſehen als granulirte, oft in ihren einzelnen Blättchen minder beſtimmte Häufchen erſcheinen. Stellt man hierauf die oberſte oder die unterſte Fläche des liegenden Haarſchaftes genau in den Focus, ſo erſcheinen eine Menge von ſucceſſiven queren bis ſchiefen Linien, welche auf der ganzen Oberfläche der Rindenſubſtanz aufgetragen ſind und rund um dieſelbe herumlaufen. Oft fällt an einer einzelnen Stelle eine ſolche Linie ziemlich ſteil ab oder geht durch eine Schlingenbiegung in eine andere benachbarte quere Linie, in welche ſie dann aſtartig einmündet, über oder ſtößt auf eine andere, ebenfalls ſteil, aber nach der entgegengeſetzten Seite hin abfallende u. dgl. mehr. Durch ſolche Verhältniſſe kommen auch einzelne ſcheinbare Netzwerke zu Stande. Eine ſorgfältige Beobachtung lehrt aber ſchon im unverſehrten Zuſtande, daß man bei der Betrachtung dieſer Linien an ſelbſtſtändige elaſtiſche Faſern nicht denken könne. Denn bei genauer Einſtellung des Focus ſieht man, daß ſie nur die Randſchatten von dachziegelartig geſtellten Schüppchen ſind. Sehr ſchön erkennt man es auch an Haaren, die man, nachdem ſie mit Kali gekocht worden, preßt. Dieſe äußere Hüllenmaſſe des Haares zeigt ſich bisweilen auch beſonders an der Spitze als eine eigene helle Schicht, welche die Rinde umgiebt. Unter dieſem Epithelium zeigt ſich dann die längsfaſerige Rindenſubſtanz meiſt als eine längsſtreifige Maſſe, in welcher oft einzelne lange Bänder kenntlich werden. Bei einer gewiſſen Einſtellung des Focus, bei welcher ſich nur die faſerige Rindenſubſtanz, nicht aber die Dachziegelſchuppen der Oberfläche darſtellen, ſieht man noch kleinere, etwas dunkele, mit ihrem Längendurchmeſſer dem Längendurchmeſſer des Haares folgende Spindeln oder längliche Körperchen, welche, wie bald angeführt werden ſoll, bei anders gefärbten Haaren deutlicher erſcheinen. Im Markkanal erkennt man auf den erſten Blick eine körnige Maſſe, welche durch unregelmäßige quere, ſchiefe oder ſchwach bogige Zwiſchenräume durchbrochen wird. Bei genauerer Unterſuchung aber überzeugt man ſich, daß hier vollſtändige Pigmentzellen exiſtiren. Schon an einzelnen Stellen nämlich fallen helle, rundliche Flecke, welche den Kenner ſogleich an den Nucleus der Pigmentzellen erinnern, auf. An anderen Stellen ſieht man dieſe von einem vollſtändigen oder unvollſtändigen pigmentirten Ringe umgeben. Oft erſcheint um den hellen Kernfleck eine dunkele Linie, dann ein heller Saum und dann wieder ein körniger pigmentirter Kreis. An einzelnen Stellen ſieht man ſolche Pigmentzellen neben einander. Nichts deſto weniger erſcheint ein großer Theil des übrigen Pigmentes bald körnig, bald ſtreifig granulirt. Am Rande des Pigmentes bieten ſich oft einzelne Bogenausſchnitte, welche mit den eben erwähnten bogigen Linien des geſammten Markkanales in inniger Beziehung und Verbindung ſtehen, dar. Nach außen von dem letztern zeigt ſich noch an einzelnen Stellen ein heller mehr oder minder weit fortlaufender Streif, als ſei hier die äußerſte Peripherie des Markkanales leer, d. h. von keinem Pigmente ausgefüllt. Alle

dieſe, ſchon ohne weitere Behandlung des Haares ſichtbaren Theile der Epitheliallage der faſerigen Rindenſubſtanz und des Markkanales mit ſeinem Inhalte bleiben auch bei anders gefärbten, als grauen und weißen Haaren kenntlich. Ganz hellblonde Haare, z. B. eines 20jährigen Jünglings erſchienen unter dem Mikroſkope in einem ſchwach gelblichen Teint. Das Pigment des Markkanales, welches überhaupt ſehr ſparſam war, erſchien oft unterbrochen und fehlte an vielen Strecken gänzlich. An einzelnen ſolchen Stellen waren ſeine bald engeren, bald weiteren Höhlungen noch ſelbſt im unausgefüllten Zuſtande kenntlich, an anderen dagegen nicht. Die etwas dunkeler blonden Kopfhaare eines 12jährigen Knaben zeigten eine etwas intenſiv gelbere Färbung der geſammten Rindenſubſtanz, während das zwar auch noch ſparſame und oft unterbrochene Pigment der Markſubſtanz häufiger etwas dunkeler und an einzelnen Stellen in ſeinem Verlaufe wie ſchraubenförmig gedreht erſchien. In den ſchon ſehr in das Braune ſtreichenden blonden Haaren eines 23jährigen Jünglings ließ ſich gar kein Pigment im Markkanale und ſelbſt dieſer nicht deutlich wahrnehmen. Die Pigmentirung der Rindenſubſtanz war bräunlichgelb. Die Spindeln derſelben erſchienen an einzelnen Stellen pigmentirter, ohne daß jedoch von ihnen allein die dunkelere Färbung abhing. Die fuchsrothen, gekräuſelten Backenbartshaare eines 32jährigen Mannes zeigten neben der ſehr intenſiv rothgelben Rindenſubſtanz eine ſehr ſtarke Entwickelung des mit Pigment möglichſt gefüllten Markkanales. Umgekehrt hatten die rothbraunen Kopfhaare deſſelben Mannes bei einem ſehr ſchwachen, oft pigmentleeren Markkanale eine noch intenſivere Färbung der Rindenſubſtanz. Ganz ſchwarze Haare ſind meiſt zu undurchſichtig, als daß man ſie ohne weitere Vorbereitung mikroſkopiſch unterſuchen könnte. Nur die feineren Härchen der Art oder die Spitzentheile derſelben erſcheinen ähnlich den braunen in ihrer Rindenſubſtanz oder noch etwas dunkeler pigmentirt. Bei dunkelſchwarzen Haaren ſieht man aber, nachdem man ſie durch concentrirte Salpeterſäure etwas durchſichtiger gemacht hat, in der Rindenſubſtanz ſpindelförmige oder längliche, mehr unbeſtimmt geſtaltete Pigmentſtreifen. Hieraus ſcheint zu erhellen, daß, wenn auch die Pigmentfüllung des Markkanals von Einfluß iſt, die Haupturſache der Farbe des Haares in der Rindenſubſtanz liegt und daß in dieſer die gelbe und rothbraune Färbung die ganze Maſſe durchdringt, während tiefere ſchwarze Färbungen noch beſondere Pigmentablagerungen in derſelben darbieten. Bei einzelnen Haaren z. B. dunkelen Augenbrauen hat es den Anſchein, als bilde in der Rindenſubſtanz das Pigment einzelne Flecke und liege mehr nach der Peripherie als nach dem Centrum hin. Ob die Kräuſelung der Haare mit der Plattheit derſelben und nicht vielmehr mit dem Feuchtigkeitsgrade oder Flüſſigkeitsgehalte derſelben oder mit beiden Momenten zuſammenhänge, ſteht dahin.

Ein ſehr gutes, zur Detailunterſuchung unentbehrliches Reagens bildet hier die von Meyer in Tübingen in dieſer Beziehung mit Recht empfohlene Schwefelſäure. Sobald man nämlich einen Tropfen dieſer Säure in concentrirtem Zuſtande auf ein Haar fallen läßt, ſo ſchilfert ſich ſogleich die Oberfläche deſſelben ſchon bei leichtem Drucke eines Glasplättchens aus einander. Wenn es hierbei bei dem Auflegen des Glasplättchens den Anſchein gewinnt, als ſei die Einwirkung der Schwefelſäure mit Luftentwickelung verbunden, ſo überzeugt man ſich, wenn man eine größere Portion Haare in eine größere Menge Schwefelſäure legt, vom Gegentheile. Indem dieſes Reagens wahrſcheinlicher Weiſe das Bindemittel (die Intercellularſubſtanz) der einzelnen Blättchen auflöſ't, ſchilfern ſich zunächſt die dünnen Blättchen der peripheriſchen äußerſten Schicht, der Epitheliallage ab. Iſt dieſes geſchehen, ſo daß die lo-

gestoßenen unregelmäßigen Blättchen, in welchen bisweilen noch ein Kern wahrnehmbar wird, in Wasser herumschwimmen, so sieht man z. B. bei braunen Haaren die zahlreichen rundlichen, einseitig geschwänzten, länglichen oder spindelförmigen pigmentirten Körperchen, welche sich an vielen Stellen in longitudinaler Richtung abgelagert finden, freier hervortreten. Stellt man das Haar zwischen zwei Glasplatten, so streifen sich nicht selten noch durchsichtige Blätter, welche ganz noch die früheren queren bis schiefen Linien darbieten und als ihre Bestandtheile dachziegelartig an einander gelagerte Blättchen zeigen, ab. Man sieht leicht, daß auch diese zur Epithelialhülle gehören und bei ihnen nur die Blättchen noch inniger verbunden bleiben. Diese Anschauungen beweisen vollends, daß die dünnen Epithelialblättchen in auf- oder absteigender schraubenartiger Linie einander zum Theil dachziegelartig deckend um das Haar herum gehen. Greift die Schwefelsäure tiefer ein, so lösen sich auch die scheinbar faserigen Elemente der Rindensubstanz von einander. Man sieht zunächst an der äußern Peripherie platte bandartige Blättchen mit zackigen Enden, welche hier an einzelnen Stellen den Schein einer Bifurcation bisweilen darbieten. Einzelne losgeschilferte Fragmente gewähren vollkommen ein Ansehen gleich einem gelblichen elastischen Fasernetze, zwischen dessen gelblichen Fasern oder Balken sich eine helle durchsichtige Membran befindet. Schabt man ein Haar, welches einige Stunden in kaltem Vitriolöl macerirt worden, so lange, bis es reißt, so überzeugt man sich an den Endstücken, daß die erwähnten bandartigen Gebilde die Elemente der gesammten Rindensubstanz darstellen. Daß sie regulär neben und über einander liegend in der Länge des Haares hingehen, sieht man schon, wenn sie in ihren peripherischen Lagen sich abzuschilfern beginnen. Sie erscheinen dann an den Seitenrändern bisweilen auch auf der Fläche bald gerader bald wellenförmig gebogen. Wenn ich mir mit der Scheere möglichst feine Fragmente von trockenen, spröden, braunen Haaren schnitzte, diese mit Schwefelsäure durchfeuchtete und zwischen zwei Glasplatten scharf hin- und herrieb, so gelang es mir, einzelne Fragmente fast ganz aufzuschilfern, während in der umgebenden Flüssigkeit die genannten bandartigen Elemente der Rindensubstanz bald einzeln, bald verbunden zur Anschauung kamen. Bei blonden öligten Haaren erhält man solche Anschauungen seltener. Von Zellenfasern und Kernfasern sieht man hierbei keine Spur. Dagegen erscheinen die Blättchen in weichen dünnen Haaren kleiner und vorzüglich schmaler.

Zu den schon oben geschilderten Verhältnissen des Markkanales, wie er sich bei Untersuchung der frischen Haare darstellt, läßt sich nach Anwendung künstlicher Methoden nichts hinzufügen. Bisweilen wird er durch Einwirkung von Schwefelsäure, von kaustischem Kali und vorzüglich von Salpetersäure deutlicher. Oft wendet man aber auch diese Reagentien ohne allen Erfolg an. Auch Essigsäure kann zum Hellermachen, vorzüglich der weißen Haare, gebraucht werden.

Den Wurzeltheil des Haares können wir auf zwei Wegen, entweder auf feinen senkrechten Hautdurchschnitten, welche auch durch behaarte Theile geführt werden, oder an ausgerissenen Haaren studiren. Daß das Bild an den letzteren bisweilen unvollständiger ist, dagegen Manches, was nicht auf allen senkrechten Durchschnitten kenntlich wird, zeigt, versteht sich von selbst. Untersucht man zunächst ausgerissene Kopfhaare, welche ihre sogenannten Zwiebeln mehr oder minder deutlich besitzen, so sieht man, daß der entsprechende Theil des Haarschaftes zuerst in dem Centrum der letzteren unverändert fortgeht, dann nach unten mehr oder minder dicker wird und entweder einfach kolbig anschwillt und abgerundet endet oder plötzlicher und stärker sich verdickt, pinselartig aus einander geht und unregelmäßig quer oder schief abgeschnitten schließt. Of-

macht er auch in dem letztern Falle eine ziemlich scharfe Biegung oder Einknickung. Bisweilen finden sich zwei Einbiegungen der Art, eine obere da, wo der Haarschaft sich eben zu verdicken anfängt und eine untere, wo er seine bedeutendere Verdickung zu erhalten beginnt. Beide Biegungen fand ich dann gleich gerichtet. Bisweilen erscheint sogar eine so starke Einbiegung, daß der unterste Theil des Haarschaftes in einem rechten Winkel hinübergeht. An einzelnen Haaren schnürt sich der Schaft zuerst leise ein, schwillt dann allmälig an, bildet hierbei auch bisweilen schwache wellenartige Biegungen am Rande, verschmälert sich von neuem etwas und erzeugt hierauf seine starke Wurzelanschwellung. Um den in der Haut befindlichen Theil des Schaftes befindet sich eine Scheide, die Wurzelscheide nach Henle, welche immer über die Wurzelanschwellung nach oben hinausreicht, oft bei einfacher kolbiger Anschwellung als ein runder Blindsack um sie herumgeht, bei stärkerer Wurzelanschwellung aber meist an dieser abgerissen erscheint. Doch findet man auch bei einigem Suchen selbst in diesem Falle einzelne Haare, bei welchen sie auch um den Wurzeltheil herumläuft und hierbei bisweilen an ihrem untern queren Rande das Bild eines unregelmäßigen Einschnittes darbietet. Schon bei schwacher Vergrößerung unterscheidet man dann zwei Schichten dieser Wurzelscheide, eine innere durchsichtigere und eine äußere saturirter gefärbte, welche einander umgeben. Nur bei einzelnen meist kleinen Haaren mit einfacher kolbiger Wurzelanschwellung des Schaftes ändert sich die Anschauung, da die saturirtere gekörntere sonst äußere Schicht bis zu dem Haarschafte überall reicht oder höchstens an einzelnen Stellen nach außen von diesem ein heller bald abbrechender Streif gegen die Epidermis hin zu existiren scheint. Bei vielen Haaren scheint der Innenrand der aus der Vogelperspective innern Schicht der Wurzelscheide an den äußern Rand des Haares zu stoßen, bei anderen dagegen sieht man zwischen beiden an einzelnen Stellen einen hellen Streif. Behandelt man ein solches Haar unter dem Compressorium, so kann man sich leicht überzeugen, daß sich ein farbloses Oel zwischen dem Haarschafte und der innern Schicht der Wurzelscheide befindet. Durch abwechselnd stärkeres und schwächeres Zusammenpressen vermag man dasselbe nicht selten in einzelnen Tropfen herauf- und hinabzutreiben. — Bei allen Haaren bildet die Wurzelscheide einen länglichen Theil, welcher bei den an der Wurzel einfach keulenförmig angeschwollenen Haarschaften den Contouren der letzteren mehr folgt, bei den meisten mit stärkerer abgeschnittener Endanschwellung versehenen Schaften aber schmal, dann breiter und hierauf nach unten hin wieder schmaler ist. Diese Breitenunterschiede werden nicht sowohl von der innern, als von der äußern Schicht der Wurzelscheide hervorgerufen, denn meistentheils hat jene aus der Vogelperspective gesehen ganz gerade Begrenzungslinien. Bei einzelnen Wurzelscheiden dagegen bildet sie durch eine bogige von doppelten Linien begrenzte Ausbuchtung eine Art von Bruchsack in die äußere Schicht hinein. Man sieht sogar Haare, an welchen sich diese Ausbuchtungen der Wurzelscheide 7—10mal jederseits hinter einander wiederholen, so daß sie das Ansehen von unregelmäßigen Schlangenlinien annehmen. Daß das durchsichtige Oel diesen Bruchsackräumen folgt, versteht sich von selbst. Bisweilen zeigen sich auch an einzelnen Stellen der ganzen Wurzelscheide mehr oder minder unregelmäßige und wenigstens oft zufällige Einschnürungen. An einzelnen, am Cadaver mit der Wurzel ausgerissenen Kopfhaaren haften auch die beiderseitigen, zugleich nach außen mündenden Hautdrüsen an.

Schon ohne alle fernere Vorbereitung sieht man, daß der in der Wurzelscheide verlaufende Theil des Haarschaftes im Wesentlichen dieselben Elemente,

wie der freie Theil desselben hat. Nur erscheinen die durch die Blättchen des Epithelialüberzuges erzeugten queren Linien oft, vorzüglich in der obern Hälfte, stärker und deutlicher. In der untern Hälfte erblickt man oft bei helleren, besonders einfach keulenförmig endigenden Haarschaften sehr langgezogene, im Innern Körnchen enthaltende Kerne, welche mit ihrem Längendurchmesser den scheinbaren Fasern der Rindensubstanz parallel laufen. Bei dunkelen Haaren erscheinen in dem Wurzeltheile reichliche Pigmentflecke. Doch ist dieser sonst meist im Ganzen zu undurchsichtig, als daß sich alle Detailverhältnisse seiner Structur leicht erörtern ließen. Nach Behandlung mit Schwefelsäure treten zuvörderst auch bei einzelnen Schaften, an denen sie früher nicht sichtbar waren, die Pigmentflecke und Pigmentstreifen hervor, während sie bei anderen selbst in diesem Falle noch nicht erscheinen. Während bei einzelnen Haarschaften der Uebergang in den angeschwollenen Wurzeltheil ein allmäliger ist, gewähren andere das eigenthümliche Bild, daß der Schaft sich nach unten verschmälert und mehr oder minder zuspitzt und daß er so gleich einer spitzen Stange, welche höher oder tiefer, doch eine Strecke weit von dem am meisten angeschwollenen Theile der Wurzelpartie in diese eingesetzt ist, erscheint. Nach Behandlung mit Salpetersäure, wodurch zugleich der Haarschaft um Vieles heller und später, vorzüglich unten, gelb wird, sieht man an geeigneten Präparaten mit befriedigender Deutlichkeit, wie die Blättchen, welche den Rindentheil des Haarschaftes zusammensetzen, bis zu dem Wurzeltheile reichen, hier oft pinselartig ausgehen und zugleich weicher und gerundeter zu werden scheinen. Nach Behandlung mit Essigsäure oder kaustischem Ammoniak aber bemerkt man an dem Wurzeltheile dicht gelagerte rundliche kernähnliche Gebilde. Es dürfte das Wahrscheinlichste sein, daß diese Nuclei von Zellen umgeben bei fortschreitender Metamorphose durch ihre Plattheit, ihre Verlängerung und Verhornung in die plättchenartigen Fasern der Rindensubstanz des Haares übergehen. Vielleicht daß sich hierbei auch die Kerne im Anfange bisweilen verlängern, wie wenigstens die oben beschriebenen Kernbildungen anzudeuten scheinen. Befeuchtet man mit ihren Wurzeln ausgerissene Kopfhaare mit einer Lösung von kaustischem Kali oder Ammoniak, so kann man bisweilen durch Rollen zwischen zwei Glasplatten oder durch Behandlnng unter dem Compressorium einzelne Pigmentzellen des untersten Theiles des Haarschaftes und der Wurzel desselben losstreifen und sich vergewissern, daß auch sie einen hellen Kern haben und daß die Pigmentmolecule als Zelleninhalt in ihnen liegen.

Die innere glashelle Schicht der Wurzelscheide wird an denjenigen Haaren, an welchen sie überhaupt existirt, durch eine Solution von kaustischem Kali, wenn diese einige Zeit eingewirkt hat, sehr schön isolirt. Die Zellen der äußern Schicht derselben lösen sich zu einem großen Theile auf und erscheinen in ihrem Ueberreste sowohl an den Seitenrändern, als bei genauer Einstellung des Focus, auch auf der Fläche der Wurzelscheide als helle rundliche bis eckige Zellgebilde mit einem oder mehren Körnchen in ihrem Innern. Im Gegensatze zu ihnen zeigt sich die innere Schicht der Wurzelscheide wie ein milchglasartiger breiter Streifen jederseits. Beide Streifen stehen oben an dem Epidermisanfange weiter von einander ab, convergiren jederseits nach innen und unten und liegen endlich dem Wurzeltheile, wo sie höher oder tiefer abgerissen sind, mehr oder minder dicht an. Die Bruchränder ihres obern Anfanges erscheinen nicht selten zackig bis lamellös. Ihre inneren Ränder legen sich oft genau an den Haarschaft; oft dagegen befindet sich noch zwischen beiden ein größerer oder kleinerer Zwischenraum. Das Letztere ist vorzüglich gegen die Oberhaut hin der Fall. Ehe nämlich der Haarschaft in die Wurzelscheide eintritt,

haften noch an ihm zahlreiche Zellen, welche durch das kauſtiſche Kali zwar hell werden, dieſem Reagens aber mehr als die Zellen der äußern Schicht der Wurzelſcheide widerſtehen und wohl noch zur Epidermis gehören. Da nun die innere Lamelle der Wurzelſcheide auf die geſchilderte Weiſe convergirend verläuft, ſo entſteht um den oberſten Theil der von ihr umfaßten Partie des Haarſchaftes ein nach unten immer enger werdender trichterförmiger Raum, welcher ebenfalls von meiſt kleineren Zellen ausgefüllt wird. Ja es hat oft das Anſehen, als wenn eine zwiſchen der innern Schicht der Wurzelſcheide und dem Haarſchafte befindliche Zellenſchicht ſehr tief hinabreichte. Die Innenränder der in Form von zwei ſeitlichen hellen Bändern erſcheinenden innern Schicht der Wurzelſcheide zeigen ſich oft glatt. Bisweilen ſieht man aber an ihnen einen innerſten, aus über einander liegenden, ſchiefen Streifchen beſtehenden, oft ins Gelbgrünliche ſpielenden Randtheil. Die Elemente dieſer innern Schicht der Wurzelſcheide erkennt man am leichteſten zunächſt unten, wenn dieſe ſich in Folge des leiſen Druckes des bedeckenden Glasplättchens aus einander begiebt und zum Theil ihre inneren Theile darbietet. Man ſieht nämlich an ihr eine Menge von zarten dunkelen, meiſt longitudinalen Schattenriſſen, welche ſich bald unter dem Scheine von Grenzlinien, bald von Vertiefungen, bald von Porenlöchern, wie an den Verholzungsſchichten der Pflanzen, bei flüchtiger Betrachtung ſelbſt bisweilen als Kerne darſtellen. Ueber die Fläche des Schafttheiles ziehen ſich oft helle, plattrundlichen Faſern ähnliche Gebilde, von denen einzelne ſich bauchig erweitern und hier eine länglichrunde Oeffnung zu haben ſcheinen, hin. Zerdrückt man die innere Scheide unter dem Compreſſorium, ſo glaubt man bisweilen eine helle Membran mit länglichen Kernen oder ſolchen Oeffnungen vor ſich zu haben. Nach genauerm Studium gewinnt es jedoch die meiſte Wahrſcheinlichkeit, daß ſie aus hellen, länglichen, faſerartig an einander gefügten, blättchenähnlichen Theilen beſteht oder daß längliche polygonale Zellgebilde longitudinal über einander geſtellt liegen. Nach oben zu gehen dieſe vielleicht zu vollſtändigen faſerartigen Gebilden zuſammen. Daß bei den keulenförmig endenden Haaren dieſe innere Schicht der Wurzelſcheide oft nicht wahrgenommen wird, wurde ſchon oben bemerkt. Ich fand jedoch auch ausnahmsweiſe einzelne Mittelformen, bei welchen auch eine innere Schicht der Wurzelſcheide um den Wurzeltheil des Haarſchaftes exiſtirte und zuletzt knopfartig ausging.

Der zelligte Bau der äußern Schicht der Wurzelſcheide, welcher ſchon im friſchen Zuſtande kenntlich iſt, wird durch die allmälige Einwirkung von Eſſigſäure noch klarer. Vorzüglich treten die Kerne, welche von keinen ſehr großen Zellen umgeben werden, hervor. Manche dieſer Nuclei erſcheinen dann warzig, andere platter und mit einem Eindrucke in der Mitte verſehen. Noch andere erinnern durch ihre Vertiefung und ihre Färbung vollſtändig an Blutkörperchen. Endlich ſah ich auch noch den Fall, daß in Einer Zelle zwei gleich einem Doppelbrodte zuſammenhingen. Alle zeigten unter ſtärkeren Vergrößerungen eine mehr gelbliche oder gelbröthliche Färbung. Fügt man zu einem ſolchen Präparate noch einige Tropfen einer Löſung von kauſtiſchem Kali hinzu, ſo zeigen ſich oft an einzelnen losgelöſ'ten Zellen dunkele pigmentartige Molecule.

Hat man die eben angeführten Studien an ausgeriſſenen Haaren gemacht, ſo muß man zur Ergänzung zur Betrachtung feiner ſenkrechter oder vielmehr der Stellungsrichtung der Haare entſprechender, ſchiefer Durchſchnitte von behaarten Hautſtellen fortſchreiten. Am zweckmäßigſten verfertigt man dieſe an Theilen, welche mit bleibenden Wollhaaren verſehen ſind, z. B. an der Haut

der Wange, des Vorderarmes u. dgl. Man ſetzt das Doppelmeſſer der Richtung der Haarſtellung entſprechend ſchief an und macht den Schnitt, wenn er bis zu dem ſubcutanen Zell- und Fettgewebe reicht, durch Eſſigſäure etwas durchſichtiger. Oft erhält man ſo auch Schnitte, an welchen die Wurzeltheile einzelner Haare vollſtändig iſolirt ſind. Man ſieht dann, wie die Wurzelſcheide blindſackartig um das untere Ende des Haares herumgeht. Die äußere Schicht derſelben giebt ſich durch ihre Zellen und Zellenkerne überall zu erkennen. Die innere, welche als ein heller Streif mehr von der Tiefe aus hindurchſcheint, verſchwindet bei dieſer Anſchauung meiſt früher oder ſpäter vor dem untern Ende. Der weiche Haarbalg erſcheint als eine faſerige Schicht, deren ausgebildete Faſern heller und durchſichtiger ſind, während zahlreiche ſpindelförmige Kerne und Umhüllungsfaſern auf ihnen liegen. Dieſe Subſtanz geht um den untern Theil der Wurzelſcheide ſo herum, daß die Faſern an der Peripherie vorzugsweiſe longitudinal verlaufen und ſich um das untere Ende mit ihrer nach oben gerichteten Convexität herumbiegen. Schon durch dieſe Anſchauung manifeſtirt ſich der weiche Haarbalg als ein geſondertes der Haarwurzel entſprechendes Gebilde. Bei genauer Einſtellung des Focus hat es an geeigneten Präparaten noch den Anſchein, als wenn dieſer durch ſeine longitudinellen Faſern mehr charakteriſirte, mehr im Innern liegende Sack auf ſeiner Oberfläche von einer Schicht ſchiefer und querer Faſerbündel gleich einem Bündel Reiſer eingeſchnürt oder vielmehr umwunden würde. Die ſchiefen und queren Kerne und Umhüllungsfaſern erſcheinen dann ſehr deutlich. Bei Behandlung eines ſolchen Präparates unter dem Compreſſorium ſieht man oft einerſeits, daß auch die innere Lamelle der Wurzelſcheide bis gegen das untere Ende der letztern hinabgeht, während man anderſeits die Faſern der weichen Haarzwiebel noch weiter hinauf verfolgen kann. Iſt der Durchſchnitt feiner, ſo bemerkt man, daß an der trichterförmigen Gegend, in welcher das Haar zur Haut hervortritt, die Elemente der Epidermis in die Tiefe umbiegen und eine eigene Einſackung für das Haar darſtellen. Die Zellen der tieferen Schichten der Oberhaut bilden, in dem ſie ſich nach außen wenden, die äußerſte Lage dieſer Wurzelſcheide, dann folgen höhere und ältere Blättchen, welche den Schaft oben umgeben, hierauf in Längslinien hinabgehen und indem ſie ſich an einzelnen Stellen auf die Fläche legen, oft den Schein von varicös angeſchwollenen Fäden annehmen. Endlich kommt nach innen der helle, an einzelnen Stellen das durchſichtige Oel enthaltende Raum. Es gewinnt hiernach an Wahrſcheinlichkeit, daß die äußere Schicht der Wurzelſcheide, wenn man dieſe als Epidermidalgebilde betrachtet, den tieferen und jüngeren Zellen der Oberhaut entſpricht, während die innere Schicht durch eigenthümliche Metamorphoſen der höheren Lagen derſelben hervorgerufen werden dürfte. Den weichen Haarbalg kann man vielleicht als einen ebenfalls eigenthümlich organiſirten, dieſen Epidermidalſack (die Wurzelſcheide) umgebenden Lederhautſack, der aus tieferen reichlicheren Longitudinal- und oberflächlichen Circularfaſern beſteht, anſehen. An dem untern Ende deſſelben befinden ſich die Formationen der ernährenden Gefäße und der Nerven des Haares.

Die Nägel ſind in ihren Elementarverhältniſſen ſchwieriger, als die Haare kennbar. Unterſuchen wir zunächſt feine ſenkrechte Querſchnitte des abſchneidbaren äußern Randes des Nagels, ſo ſehen wir eine Menge mehr oder minder unbeſtimmter querer Durchgänge, welche eine über einander befindliche Schichtbildung andeuten. Dieſe tritt jedoch oft gegen die zahlreichen, an der Oberfläche befindlichen Rißflächen, die mehr in unregelmäßigr bogiger Richtung verlaufen, zurück. Auf ſenkrechten feinen Durchſchnitten erkennt man

außer den Streifungen, welche durch den Zug des Meſſers entſtehen und durch die man ſich nicht täuſchen laſſen darf, unregelmäßig zahnartige Rißflächen und an dieſen Lamellen angeſtreuete dunkelere Gebilde, welche bisweilen den Schein von eigenthümlichen Körperchen annehmen, ſolche aber wahrhaft nicht ſind. An dünnen Flächenſchnitten endlich erſcheint die ganze Hornmaſſe unregelmäßig blättrig und mit eigenthümlichen oft zackigen Rißflächen verſehen und zeigt ſich bisweilen in den höheren Lagen etwas ſpröder, als in den tieferen. Aus den unbeſtimmten Bildern, welche man ſo erhält, läßt ſich nur vermuthen, daß die Elemente des Nagels ſchichtweiſe gelagert ſeien, ohne daß ſonſt ihre Form unbeſtimmter zur Anſchauung käme. Den Beweis, daß ſie Zellen oder Blättchen ſind, iſt nur durch Anwendung von Reagentien zu führen. Laſſen wir einen von der Leiche abgezogenen vollſtändigen Fingernagel einige Stunden in Vitriolöl liegen, ſo wird er zunächſt an der Innenfläche, da wo im friſchen Zuſtande die rieſenartigen Längslinien verlaufen, breiartig. Kratzen wir dieſen Brei ab und bringen ihn mit Schwefelſäure befeuchtet (denn Befeuchtung mit Waſſer erzeugt einen ſtörenden weißen Niederſchlag) unter das Mikroſkop, ſo ſieht man, daß die ganze Maſſe aus rundlichen, länglichen, dreieckigen, viereckigen und anders geformten Blättchen, die theils iſolirt in der Schwefelſäure herumſchwimmen, theils in ihrer gegenſeitigen Lagerung noch verharren, beſteht. Wirkt die Schwefelſäure kalt 24—30 Stunden ein, ſo ſchreitet die Erweichung noch weiter fort. Selbſt in einer Lamelle der äußerſten Nagelſchicht erkennt man dann die cellulöſen Blättchen, mehr oder minder deutlich. In den noch mehr unregelmäßigen Lamellen, welche in der Flüſſigkeit herumſchwimmen, ſieht man außer den Falten, Streifen und Körnchen oft eine helle mit dunkelm Rande bezeichnete, mit einem Kernkörperchen verſehene Kernbildung. Will man die Wirkung durch Kochen des Vitriolöles beſchleunigen, ſo muß man ſehr vorſichtig ſein, weil ſich ſonſt leicht der ganze Nagel unter dunkelerer Färbung in der Flüſſigkeit vollſtändig auflöſt. Leichter kann man ſich auch die Zellen in situ zur Anſchauung bringen, wenn man z. B. einen Flächenſchnitt der Nagelwurzel mit kauſtiſchem Kali behandelt. Wir können daher den Nagel als aus ſtark verhornten und innig an einander gefügten zellenartigen Blättchen beſtehend anſehen.

Bekanntlich zeigen ſich an der Unterfläche des Nagels der Länge nach verlaufende Leiſten, welche durch Furchen von einander geſondert werden, oft durch die Nagelſubſtanz hindurchſcheinen, und aus einer weichern, an der Luft leicht eintrockenenden, durch eine weißere Farbe ſich auszeichnenden Maſſe beſtehen. Unter ſchwacher Vergrößerung erſcheinen ſie wie meiſt longitudinale Falten mit bald glatten, bald zahnartigen oder mit Zöttchen beſetzten Rändern, an welchen bisweilen ein eigenthümlich ſchattirter bandartiger Raum hinzulaufen ſcheint. Ihren Zuſammenhang mit der unter ihnen liegenden Matrix erkennt man am beſten an dünnen ſenkrechten Querſchnitten. Hier bilden ſie dann ſucceſſive Arcaden und erinnern ſo gewiſſermaßen an die Hornfäden des Pferdefußes. In ihren (furchenartigen) Zwiſchenräumen ſteigen, wie vorzüglich die Unterſuchung von blauen oder von künſtlich injicirten Nägeln lehrt, Blutgefäßſchlingen in mehr oder minder regelmäßiger Längenſucceſſion empor und liegen in einer jüngern, weichern, aber wahrſcheinlich auch ſchon in ihrem Verhornungsproceſſe begriffenen Subſtanz eingebettet, ungefähr wie die Blutgefäße des Pferdefußes von den Hornfäden eingehüllt werden. Aehnliche Anſchauungen, an welchen, wie hier, durch Eſſigſäure Kerne ſichtbar werden, erhält man an dem hintern weichern Theile des Nagels. Indem ſo durch die faſerige die reichlichen Blutgefäße enthaltende Matrix immer neue Hornzellen abgelagert werden, bewirkt die Bildung an der Nagelwurzel eine Vergrößerung des Nagels

der Länge nach, während die Entwickelung derselben an den Nagelfurchen den Breitendurchmesser vermehrt. Beide Wachsthumsarten compensiren einander dergestalt, daß der Nagel gegen sein freies Ende hin breiter wird, in seiner ganzen Ausdehnung aber eine glatte Oberfläche bekommt. Findet diese Compensation nicht Statt, so entstehen, wie wir dieses krankhafter Weise oft sehen, schuppige Nagelbildungen. Der Kanal erzeugt sich wahrscheinlich durch jüngere noch nicht vollständig verhornte Nagelzellen, die gleich denen an dem embryonalen Hornschnabel des Hühnchens eine weiße Farbe haben. Bleiben einzelne von ihnen in diesem Zustande zurück, während benachbarte in ihrem Verhornungsprocesse normal fortschreiten, so werden sie weiter nach vorn geschoben und erzeugen mit fernerm Wachsthume immer weiter rückende weiße Pünktchen. Von der Doppellamelle der Oberhaut, welche den Nagel als Falz vorzüglich unten umgiebt, setzt sich wahrscheinlich eine dünne, auf der Matrix liegende und später selbst verhornende Zellenschicht fort und bewirkt die continuirliche Verbindung mit der übrigen Oberhaut unter dem freien Nagelrande. Hiernach können wir den Nagel als eine eigenthümliche Wucherung von stark verhornenden Epidermidalzellen betrachten und uns vorstellen, daß je eine in den Longitudinalfurchen verlaufende Blutgefäßschlinge mit ihren umgebenden jüngeren Zellenmassen den jüngeren Epidermidalzellen eines Tastwärzchens entspricht. Wie aber schon bei dickerer Oberhaut die Zwischenräume zwischen den Epidermidalbekleidungen der Tastwärzchen von älteren und mehr verhornten Oberhautzellen überlagert werden und so eine weniger hügelige Oberfläche herauskommt, so wiederholt sich dasselbe in noch höherm Grade bei dem Nagel, dessen stärker verhornte Zellenbildungen die Oberfläche der Blutgefäßschlingenbekleidung bedecken und sich als Leisten zwischen sie hinabsenken.

3. Verdauungsorgane.

Auf senkrechten, durch die Lippen geführten Durchschnitten überzeugt man sich bei der mikroskopischen Untersuchung leicht, daß die Epidermis der äußern Haut der Lippen unmittelbar in das Epithelium der Mundhöhle übergeht. Auch die tieferen Cutislagen zeigen zuerst ihren Geweben nach keine wesentliche Verschiedenheit. Die älteren platten Epidermidalblättchen, welche auf senkrechten Durchschnitten in ihrer Schichtung in wellenförmigen Linien erscheinen, werden nach innen zu ziemlich schnell dünner. Die jüngeren Zellen sind an der Innenfläche der Lippen in sehr reichlichem Maße vorhanden, ja vielleicht sogar etwas stärker als an der äußern Epidermis. Am charakteristischsten aber sind für diese die reichlichen, dicht auf einander folgenden Hügelchen, von denen jedes durch einen Blutgefäßbogen bezeichnet wird. Denselben wesentlichen Charakter scheint die übrige Innenhaut der Lippen beizubehalten. Ueberall stößt man auf dicht bei einander liegende Colliculi, welche an ihrer Oberfläche die Blättchen und Zellen des Pflasterepithelium der Mundhöhle haben, während die Lederhautschicht dünner ist und zuletzt sogar gegen das Zahnfleisch hin in gewöhnliches subcutanes Zellgewebe überzugehen scheint. Schon hier gewahrt man einzelne, jedoch nur auf den wenigsten senkrechten Durchschnitten wahrnehmbare helle Schläuche, welche die Epithelialschichten durchsetzend in die Tiefe dringen. Schreitet man nach der Wangengegend fort, so erzeugen die reichlichen Backendrüsen schon eine eigenthümliche Beschaffenheit der Epithelialschichten. Diese zeigen sich nämlich wegen der häufigen dicht bei einander liegenden Drüsenmün-

dungen auf eine fast reguläre Weise durchbrochen und erscheinen daher in Form eines Netzwerkes, bei welchem die Epithelialzellen ziemlich kreisförmig um jede einzelne Drüsenmündung herumgehen. Auf gelungenen senkrechten Durchschnitten sieht man sehr schön, wie bei diesen Backendrüsen die Drüsenschläuche sich gabelig oder fingerförmig theilen und dann blind endigen. Senkrechte Durchschnitte des Zahnfleisches zeigen ebenfalls abwechselnde Hügel und Thäler ihrer Oberfläche, welche nach außen durch alle successiven Stadien der gewöhnlichen Pflasterepithelialbildung der Mundhöhle dargestellt werden. Als das Bestimmende jedoch ergeben sich in der Tiefe befindliche Faserzüge, welche steil emporsteigen, bogig herumgehen, gleich steil hinunterlaufen, so an die Hautwärzchen entfernt erinnern, wahrscheinlich die Blutgefäße und Nerven enthalten und von den Epithelialbildungen überall umkleidet werden, und die man so gewissermaßen als die Coriumschicht des Zahnfleisches ansehen kann. An den lockereren Stellen, vorzüglich in der Nähe des Ueberganges in die Schleimhäute der Lippen und der Wangen, findet sich in der Tiefe reichliches Bindegewebe, welches sich unmittelbar in die Lederhautschicht des Zahnfleisches fortzusetzen scheint. Die sogenannten Weinsteindrüsen, welche ich übrigens selbst noch nicht genauer untersucht habe, werden als mit Zellen gefüllte geschlossene Säckchen beschrieben.

Von den menschlichen Zähnen wurde schon oben in dem zweiten Abschnitte gehandelt.

Das Zahnsäckchen, welches man durch Zerklopfen des frischen Zahnes und Loslösen der Fragmente isolirt, studirt man zunächst am besten an einwurzeligen Zähnen. Hat man die obere Hälfte desselben glücklich isolirt, so sieht man, daß sein oberes zugespitztes und am Schlusse abgerundetes Ende vollkommen geschlossen ist. Man erkennt schon oft ohne alle Vorbereitung die mit Blut gefüllten zierlichen Capillaren, deren Stämmchen von 0,003‴ bis 0,006‴ bis 0,015‴ in ihrem Durchmesser variiren und die große Maschenräume zwischen sich übrig lassen. Zu gleicher Zeit erscheint die eingedrungene Luft nicht selten in Form von eigenen breiten bisweilen bogig anastomosirenden Längenstreifen und an der Spitze als runde Gebilde, welche leicht das täuschende Ansehen von concentrisch schaaligen Kugeln annehmen. Die äußerst zahlreichen Nervenfasern bringt man am besten durch Einwirkung von kaustischem Kali zur Anschauung. Sie verlaufen meist der Länge nach von der Wurzel nach der Krone hin, verbinden sich durch schiefe, bisweilen nur aus einer oder wenigen Primitivfasern bestehende Aeste plexusartig, zeigen schon hier einzelne umbiegende Bogen und bieten gegen das blinde Ende des Zahnsäckchens an geeigneten Präparaten ihre meist einzelnen Endumbiegungsschlingen sehr deutlich dar. Zerreißt man ein Stück des Zahnsäckchens mit zwei Nadeln, so sieht man, daß die Wandung desselben aus Fasern, die selbst wieder aus sehr feinen, etwas rauhen, wie mit feinen Kügelchen besetzten, sich zart wellenförmig biegenden Fäden bestehen, zusammengesetzt wird. Nach Behandlung mit Essigsäure werden sie hell und scheinbar feinkörnig, während größere Kerne vorzüglich nur besonders da, wo Blutgefäße und Nerven verlaufen, zum Vorschein kommen. Außer diesen zeigen sich noch an der Innenfläche der Wandung zahlreiche Kerne, wahrscheinlich der auskleidenden Epitheliumzellen. In der Flüssigkeit, unter welcher man ein Zahnsäckchen zerrupft hat, schwimmen häufig platte, mit Kernen versehene Epithelialblättchen.

Die äußerst starken Lagen der Zellen des Pflasterepithelium und die verschiedenen, als fadige kegelförmige, pilzförmige und umwallte aufge-

führten Wärzchen charakterisiren die Schleimhaut der obern Fläche der Zunge. Bereiten wir uns z. B. einen feinen Querschnitt aus dem vordersten Theile derselben nahe der Zungenspitze, so sehen wir, wie die getroffenen Wärzchen als cylindrische bis keulenförmige, an ihren freien Rändern abgerundete, feste, Darmzotten ähnliche Gebilde reihenweise stehen, und von reichlichen und dichten Schichten von Pflasterepithelium bekleidet werden. Dieses schlägt sich dann von einer Warze auf die benachbarte über, bildet hierbei gewissermaßen vorhangartige Linien und zeigt gerade an diesen Stellen die reguläre pflasterartige Anordnung. Mehr im Innern des Wärzchens erkennt man oft die einzelnen, durch das Epithelium durchscheinenden, mit Blut gefüllten Capillaren. Die Nerven bringt man wieder durch langsame Einwirkung von kaustischem Kali zur Anschauung. Man sieht wie sie, die in sehr reichlichem Maße vorhanden sind, in der nicht weit unter den Wärzchen beginnenden Muskelsubstanz häufige Geflechte bilden und wie dann meist vereinzelte und geschlängelte Primitivfasern in dem Innern der Wärzchen emporsteigen und hier sich theils unkenntlich verlieren, theils aber auch an einzelnen Stellen Endumbiegungsschlingen darbieten. Jedes Wärzchen enthält mehre Primitivfasern. Ich zählte z. B. in einzelnen 6—12. Durch Behandlung mit Essigsäure werden nicht nur die tieferen Schichten unter den älteren Zellen bedeutend heller, sondern es erscheinen auch die sehr reichlichen Kerne der tiefsten und jüngsten Zellenlagen. Diese sieht man ebenfalls, wenn man durch Abkratzen den Zungenbeleg möglichst entfernt und dann durch den mehr roth aussehenden Theil senkrechte Querschnitte macht. Zugleich erscheinen dann die Endtheile vieler Warzen vielzackig, ähnlich vielen hervortretenden Bergspitzen, eine Anschauung, die auch durch den unvorbereiteten Zustand in sofern bestätigt zu werden scheint, als man auch hier bisweilen, jedoch viel seltener eine Theilung im Innern, bei einfacherer Epithelialanordnung wahrnimmt. Es dürften daher im Innern einer einfacheren Zungenwarze oft mehre einfache Zackenabtheilungen enthalten sein, so wie sich auch zwischen den emporgestellten Warzen rudimentäre einfachere finden, über welche der Epithelialüberzug mehr glatt hinweggeht. Die geschilderten Verhältnisse finden sich im Wesentlichen bei den fadigen, kegelförmigen und pilzförmigen Wärzchen wieder. Ueber den Bau der umwallten aber habe ich mir noch keine ganz klare Begriffe bilden können. An der untern glatten Oberfläche der Zunge ist die Epithelialformation um Vieles dünner und ebener, und die Faserlage, welche auch an der obern Fläche in das Centrum der Wärzchen höchst wahrscheinlich übergeht, wenn auch nicht absolut, doch relativ stärker. Die Zungendrüsen, vorzüglich an der Wurzel und der Seite der Zunge sind alle, wie es scheint, verzweigte Bälge. Auf senkrechten, longitudinalen oder transversalen, und auf schiefen Schnitten der Schleimhaut sieht man oft ihre Mündungen oder ihre durchschnittenen Röhren, von denen die ersteren zur Epithelialbildung in demselben Verhältnisse stehen, wie es bei den Backendrüsen geschildert worden. Ihre Endtheile erblickt man am besten, wenn man ein Stückchen Schleimhaut der Zungenwurzel mit ihnen lospräparirt, zwischen zwei Glasplatten leise zusammendrückt und von unten her betrachtet. Sie sind, obgleich sie auch ihre gewöhnliche Epithelialbildung enthalten, oft verhältnißmäßig hell, liegen mit ihren Enden eng, häufig bis zu theilweiser gegenseitiger Abplattung bei einander und erscheinen so nicht selten länglich. Die Unterzungenschleimbeutel habe ich nicht untersucht. Die gesammte Muskulatur der Zunge besitzt quergestreifte Muskelfasern.

Durch die Haut des harten Gaumens geführte senkrechte Längen- oder Querschnitte führen auf den ersten Blick zu ähnlichen Anschauungen, wie diejenigen sind, welche aus dem Zahnfleische geschildert wurden. Unter den oberflächlichen und tieferen Schichten des Pflasterepithelium erscheinen wieder die senkrechten palliſadenähnlichen Faserzüge, welche in ihrem Innern wahrscheinlich die Blutgefäße und, wie die Behandlung mit Kali lehrt, die Nervenschlingen enthalten und unten in das unterliegende, starke Fasern besitzende Netzgewebe übergehen. Die letzteren erscheinen eigenthümlich. Die ganze Masse gewährt bei schwachen Vergrößerungen bisweilen den Schein einer gebröckelten Gallerte. Einzelne an den Enden hervorstehende Fasern sind platt und matt weißgelblich. Aufliegende, oft große und dann meist länglichrunde Kerne erkennt man schon theils im frischen Zustande, vorzüglich aber nach Befeuchtung mit Essigsäure. Nach ihnen folgt dann ein schwammiges an Fett, Blutgefäßen und Nerven reiches Bindegewebe mit ebenfalls netzförmigen Faserzügen, dessen Maschenräume oft (wahrscheinlich wegen eingerollter, durchschnittener, durchsetzender Faserbündel) dunkel erscheinen und leicht die Täuschung von Drüsenbildung erzeugen können. An der Haut der Vorderfläche des weichen Gaumens wird das Epithelium noch etwas weicher und bildet hier und da Hügel. In der Tiefe erscheinen noch die palliſadenartigen Wärzchen. Das unter ihnen liegende Zellgewebe wird reichlicher und laxer und enthält sehr zahlreiche, oft die anderen Gewebe gänzlich verdeckende Fettkugeln. Neben den gewöhnlichen sehnigen Bindegewebfäden der Raphe erkennt man sehr viele elastische Fasern. Die in der Tiefe befindlichen äußerst reichlichen, verzweigten und mit rundlichen Köpfchen von ungefähr 0,026‴ endigenden Schleimdrüsen, welche wegen ihres hellen Secretes ebenfalls heller erscheinen, liegen in lockeren Netzen von Zellgewebefasern auf die gewöhnliche Art eingebettet. Am Zäpfchen begegnen wir noch jüngeren, oft ganz runden Epithelialzellenformationen. In der lockern bindegewebigen, äußerst drüsenreichen Grundmasse desselben verlaufen die meisten größeren Blutgefäßstämmchen schlangenartig gewunden. Diese Drüschen zeigen ganz dieselben Structurverhältnisse, wie die des weichen Gaumens, und werden auf gleiche Art durch Essigsäure dunkler und für das freie Auge fast milchweiß. Auf den ersten Blick scheinen sie traubige Drüschen mit rundlichen bis länglichrunden Köpfchen zu sein. Bei genauerer Betrachtung sieht man aber, daß viele scheinbare Köpfchen durch Windungen und Ausbuchtungen der Drüsengänge entstehen. Durch Vergleichung scheint es sich immer mehr herauszustellen, daß sich die Drüsenröhren, ehe sie ihre blinden Enden erreichen, häufig wieder und vielleicht auch gegenseitig verwickeln, ohne hierbei ihre Durchmesserverhältnisse auf eine bedeutende Weise zu ändern. Die Fasern des Zäpfchenmuskels laufen wegen der reichlichern Drüsenbildung und ihrer größern Sparsamkeit versteckter, als die des Gaumenschnürers im vordern und des Rachenschnürers im hintern Gaumenbogen, wo man bei Durchschnitten den Muskelfasern unter der dünnen Schleimhaut sogleich begegnet. Die Mandeln bilden zusammengehäufte größere Drüsenbälge, welche innerlich von einem Pflasterepithelium bekleidet, in einem Fasernetzwerke eingebettet sind, hierbei oft abgelagerte Fettkugeln enthalten und deren genauere Erforschung durch den überall befindlichen Schleim sehr gehindert wird. Hat man diesen aus der Höhlung eines Hauptganges zum Theil mit dem Epithelium durch Abschaben entfernt und untersucht ein Stückchen der Kanalswandung, so stößt man unter dem Epithelium auf Fasern, welche von den Bindegewebefasern wesentlich ver-

schieden, den oben erwähnten Fasern der Gaumenhaut im äußern Ansehen ähnlich sind und noch mehr an einfache Muskelfasern erinnern. Schon hier findet man unter dem abgeschabten Epithelium neben den bei weitem die größte Masse ausmachenden Pflasterzellen einzelne Flimmercylinder. Diese werden an der Schleimhaut der Hinterfläche des Gaumens vorzüglich nach oben das vorherrschende Epithelium. Nach unten gegen das Zäpfchen hin dagegen und an diesem zeigen sich in den abgeschabten Massen noch cylindrische mannigfache, oft mit Fortsätzen versehene Pflasterzellen. Wegen der reichlichen Drüsen und des anhaftenden Schleimes bieten aber überhaupt die abgeschabten Fragmente sehr verschiedene Producte dar. Die Drüsen, welche hier etwas niedriger, als die an der vordern Fläche sind, verhalten sich sonst ganz wie diese. Alle Muskeln des weichen Gaumens besitzen quergestreifte Muskelfasern.

Schon bei dem Abschaben der Schleimhaut des Schlundkopfes ½" unter den Choanen findet man Blättchen des Pflasterepithelium, welches sich dann längs des Schlundes und der Speiseröhre fortsetzt. Auf die Schichten der sich oft sehr zierlich darstellenden Epithelienpflaster folgt die verhältnißmäßig nicht sehr dicke Lage der Fasersubstanz der Schleimhaut, welche hinter ihrem eigenen Fasernetzwerke eine dünne Geflechtschicht von nicht dicken Fasern, die sehr an elastische erinnern, darbietet. Man sieht sie am besten, wenn man Schleimhautstückchen ausbreitet, von ihrer Außenfläche her betrachtet und wenn es nothwendig wird, durch Essigsäure durchsichtiger macht, obgleich sie auch schon ohne dieses Mittel vollständig erkannt werden können. Die Schleimdrüsen, welche nach oben zu reichlicher und größer, als nach unten hin sind, liegen hinter diesen Faserschichten und stoßen daher an die Muskulatur des Schlundes, bilden traubenförmig gruppirte Säckchen, welche bisweilen noch an ihren blinden Enden unvollständig getheilt sind und stimmen, abgesehen von ihrer Theilung und der größern Kürze ihrer Drüsengänge, sonst ganz mit den Drüsenbildungen des weichen Gaumens überein. Die Muskulatur des Schlundkopfes und des Schlundes ist durchgängig quergestreift. Die Schleimhaut der Speiseröhre bildet die unmittelbare Fortsetzung der des Schlundes und zeigt gleich an ihrem Anfange einfachere und zusammengesetztere Schleimdrüschen und bisweilen Fettablagerungen dicht hinter ihren Fasersubstanzen. Ihre Muskelfaserhaut erscheint gerade bei dem Menschen in einem eigenthümlichen Verhalten. Während nämlich bei dem Kaninchen, dem Schafe, die Muskulatur längs des ganzen Oesophagus vorherrschend quergestreift ist, und an der Cardia mit strahligen Zacken, in welche die Zacken der einfachen Muskelfasern des Magens eingreifen, ausläuft, finden wir in der menschlichen Speiseröhre bei einer Totallänge von 14" z. B. in einer Distanz von 9—10" von der Cardia nach aufwärts helle, schmale, platte, einfache Muskelfasern. An der Grenzstelle intercaliren sich zwischen den einfachen Muskelfasern Bündel von quergestreiften, so daß man hier leicht an einem und demselben mikroskopischen Präparate beiderlei Arten von Fasern zur Anschauung erhalten kann. Höher hinauf sieht man auf den ersten Blick nur quergestreifte Fasern. Allein hebt man die mehr nach außen liegenden Schichten von zusammengesetzten Muskelfasern ab, so stößt man in der Tiefe wiederum auf einfache, deren Schichten nur um so dünner und um so mehr durch Zellgewebe verhüllt werden, je weiter man nach oben emporgeht. Auf diese Weise schieben sich hier, wie wir dieses noch bei anderen Theilen sehen werden, beide Systeme von Muskelfasern gleichsam wechselseitig ein. Was die Schleimdrüsen be-

trifft, so liegen, wie es scheint, vorzugsweise longitudinal größere Traubendrüschen, die meist schon dem freien Auge leicht auffallen und deren einzelne Drüsenaggregationen oft ½ Linie und mehr messen und sich zu mehren bei einander befinden, in dem hinter der eigentlichen Schleimhaut befindlichen Zellgewebe. Sie stellen sich ihrer Structur nach ganz, wie die Schleimdrüsen des weichen Gaumens und des Schlundes, dar. Der Ausführungsgang erscheint oft geschlängelt. Eine andere Reihe von Gebilden kann aber leicht, wie dieses auch (Krause?) begegnet ist, zur Verwechselung mit Drüsen Veranlassung geben. Schon mit freiem Auge erkennt man nämlich an der flächenartig ausgebreiteten Schleimhaut der Speiseröhre eine Menge kleiner, im Sonnenlichte glänzender Wärzchen. Auf senkrechten oder schiefen Schnitten erscheinen sie von ihrer starken Epithelialformation bekleidet, wie dicht bei einander liegende in der Schleimhaut befindliche Drüsenschläuche. Allein abgesehen von ihrer Lage und der Eigenthümlichkeit ihrer Epithelialform sieht man nicht selten in ihnen, wie in anderen Hautwärzchen, die Blutgefäße auf die bekannte eigenthümliche Weise verlaufen. Der Mensch hat hier gewissermaßen in Minimo, was viele Seeschildkröten so ausgebildet besitzen.

Längs des ganzen Verlaufes des Darmrohres vom Magen bis zum After zeigen der Bauchfellüberzug, die Muskelhaut und die Zellgewebelagen keine sehr wesentlichen Unterschiede ihrer Gewebeelemente. Die Muskelfasern sind überall einfache. Es bleiben uns daher die nach den Oertlichkeiten sehr verschiedenen Verhältnisse der Schleimhaut, vorzüglich der Epithelien, der Zotten- und Faltenformationen, so wie der Drüsenbildungen derselben, speciell zu betrachten übrig.

Schon in dem untern Theile der Schleimhaut der Speiseröhre werden die Schichten der Epithelien dünner und feiner, so wie auch die übrige Schleimmembran scheinbar zarter. An der Cardia begegnen wir den dem freien Auge schon von innen her als gelbliche Drüsenhäufchen auffallenden Cardiadrüsen, welche bei der verhältnißmäßigen Dunkelheit ihres Inhaltes ihren traubigen Bau selbst auf dunkelm Grunde sehr schön zeigen. Bei durchfallendem Lichte erkennt man, daß ihre Drüsengänge sich mannigfach theilen und zum Theil gewunden verlaufen. Dicht hinter ihnen und zum Theil zwischen ihnen begegnen wir den eigentlichen Magendrüsen, welche bei ihrer größern Kürze und dafür desto bedeutendern Menge nur gänzlich bis fast gänzlich in der Faserschleimhaut des Magens eingebettet liegen und den Magensaft absondern. Es sind dieses mehr oder minder senkrecht gestellte, entweder in dem untersten Bereiche der Schleimhaut oder dicht unter derselben blind und abgerundet endigende, sehr lange und verhältnißmäßig schmale, bisweilen etwas geschlängelt verlaufende und oft unten schwach retortenartig gebogene, bald einfache bald sich theilende Drüsen, welche so dicht bei einander stehen, daß das für Grundsubstanz der Schleimhaut übrig bleibende Spatium weit geringer, als sie selbst sind und daß daher bei irgend dicken, senkrechten Schnitten die benachbarten tiefer liegenden Magendrüsen diese hellen Schleimhauträume decken, so daß das Ganze an einzelnen Punkten drüsig erscheint. Die innerhalb der hellen und durchsichtigen Mittelhaut in reichlichster Menge liegenden Körner und Zellen der Innenformation lassen sie dunkel bei durchfallendem und heller milchweiß bei auffallendem Lichte erscheinen. Deshalb geben sie sich auch schon dem freien Auge auf feinen senkrechten Durchschnitten als senkrechte weißliche Streifen zu erkennen. Ihre mittlere Länge beträgt ungefähr 0,4‴ bis 0,6‴;

ihre mittlere Breite 0,022‴. Nach unten an ihrem blinden Ende erweitern sie sich oft zu einem Durchmesser von 0,040‴ und bleiben hierbei entweder einfach oder erscheinen seltener etwas traubig. Außer diesen Drüsen zeigen sich bisweilen in der Schleimhaut, z. B. des Cardiatheiles, des Blindsackes, in der Nähe des Pförtners runde, bei durchfallendem Lichte körnig dunkele, bei auffallendem Lichte gleich den Magendrüsen matt milchweiße Körper von 0,054‴ bis 0,040‴ mittlerem Durchmesser, welche vorzüglich nach Behandlung mit Essigsäure innerhalb einer durchsichtigen, wie es scheint, völlig geschlossenen Haut, eine reichliche Anhäufung von körnigen Zellgebilden, welche der Innenformation der Magendrüsen sehr nahe stehen, zeigen. Sie scheinen mit ähnlichen Gebilden, die auch an anderen Schleimhäuten vorkommen, verwandt bis identisch zu sein. Obwohl die genannten Magendrüsen in der ganzen Magenschleimhaut anzutreffen sind, so stößt man doch auch oft gegen die Pförtnerklappe und die kleine Curvatur hin auf etwas größere, zusammengesetztere, fingerförmig getheilte bis traubig verästelte und in ihren Gängen oft verwickelte Drüschen, welche man mit dem Namen der zusammengesetzten Schleimdrüsen des Magens belegen kann und die man theils auf einzelnen senkrechten Durchschnitten, theils dadurch zur Anschauung bringt, daß man Flächenschnitte der Magenschleimhaut durch Essigsäure durchsichtiger macht. An der Pylorusklappe selbst findet man noch größere Drüsenhaufen die Pförtnerklappendrüsen, welche zwar meist äußerlich weniger, als die Cardiadrüsen hervortreten und im Ganzen auch ein geringeres Volumen besitzen, sich aber auch bei der mikroskopischen Untersuchung als zusammengesetzte Drüsen zu erkennen geben. An einzelnen am Rande des Präparates hervortretenden Läppchen sah ich deutlich, wie sich der 0,019‴ breite Drüsengang bogig knäuelförmig verwickelte. Von diesen Schleimdrüsenbildungen sind endlich noch die zusammengesetzten Magendrüschen, welche besonders hier vorkommen, zu unterscheiden. Diese liegen noch in der Schleimhaut eingebettet, sind aber mehrfach gabelig getheilt bis schwach baumförmig verästelt, schlängeln sich oft zum Theil mit ihren Drüsengängen und erscheinen auch deutlich an Stellen, welche schon an ihrer Oberfläche mit Zotten besetzt sind. Ihnen ähnliche, oft etwas größere und hellere bisweilen aber selbst dunkele Drüschen setzen sich (als Brunner'sche Drüschen?) auch in den Zwölffingerdarm fort. Das Epithelium des Magens bildet ein Pflasterepithelium, wird aber mit dem Speisebrei, dem Magensafte und Magenschleime leicht abgestreift und mit den losgestoßenen Cylindern der Magendrüschen vermischt.

An der Pförtnerklappe und zwar, wie es scheint, etwas nach dem Magen hin beginnen die Zotten, welche sich von hier durch den Zwölffingerdarm, den Leerdarm und Krummdarm bis gegen die Grimmdarmklappe fortsetzen, während im Magen Hügelfalten existiren. Im Zwölffingerdarme erscheinen die auf den verschiedenen Falten und zwischen denselben befindlichen Zotten im Ganzen niedriger, oft breiter und mehr oder minder platt und verbinden sich an der Basis durch Falten netzförmig. Zugleich geht das Epithelium in die Form des Cylinderepithelium, welches sich an allen Stellen, wo Darmzotten existiren, vorfindet, über. Dadurch zeigen sich nach den Localitäten einzelne Verschiedenheiten. In dem obern queren Theile des Zwölffingerdarmes sieht man neben breiteren, bisweilen getheilten und unvollständig eingeschnittenen Zotten auch schmalere, die jedoch im Ganzen niedrig bleiben. Sobald aber im absteigenden und dem untern queren Theile die Kerkring'schen Falten in ihrer reichlichen Aufeinanderfolge

beginnen, werden sie oft etwas höher, obgleich sie noch eine ziemliche Breite, besonders an ihrer Basis, behalten und sich daher nach oben zuspitzen, um mehr oder minder abgerundet zu schließen. Viele gleichen hier oft einer schönen Bergpyramide. Vorzüglich in dem untern queren Theile und gegen den Uebergang in den Leerdarm hin erscheinen viele cylindrisch, länger, oben stark abgerundet, angeschwollen, graciler u. dgl. mehr. Man sieht hieraus, daß sich von dem Anfange des Zwölffingerdarms nach dem Dünndarme hin die Zotten immer mehr auf Kosten der Zwischenfältchen individualisiren, obwohl schon einzelne vollendetere Formen selbst gleich hinter der Pförtnerklappe vorkommen und umgekehrt breitere Zotten auch noch tief unten wahrgenommen werden. Das Substrat der Darmzotten bildet eine helle, wahrscheinlich sehr feinfaserige Grundlage, welche mit den übrigen Faserschichten der Schleimhaut in Zusammenhang steht, oft ganz durchsichtig erscheint, in sich die Blutgefäßnetze und von diesen umstrickt und etwas entfernt von ihnen mehr nach der Achse der Zotte die Anfänge der Chylusgefäße enthält und nach außen von dem Cylinderepithelium bekleidet wird. Unvorbereitet stellen sie sich auf feinen senkrechten Schnitten auf folgende Art dar. Die von ihrer Epithelialformation befreite Zotte zeigt einen hellen, bisweilen sogar an einzelnen Stellen von einer dunkeln und einer hellen Linie umschriebenen Begrenzungsrand, als liege unter dem Epithelium eine durchsichtige Membran, ungefähr gleich der Mittelhaut der letzten Drüsenköpfchen. Im Innern der Zotte sieht man eine große Menge von rundlichen bis länglichrunden Körpern, welche die ganze Zotte körnig dunkel machen und auf die wir bei den Dünndarmzotten ausführlicher zurückkommen werden. — Was die Drüsen betrifft, so finden sich die rundlichen bis unregelmäßig länglichen, oft eingeschnittenen Traubenhaufen der Brunner'schen Drüsen in dem obern queren Theile des Zwölffingerdarms so zahlreich, daß ihre oft dicht bei einander liegenden Häufchen schon dem freien Auge auffallen und daß man hier mit dem Doppelmesser fast keinen Schnitt macht, ohne Fragmente solcher Drüsen zu erhalten. Sie bilden lappige, dichtgedrängt traubige Massen, welche mit den Haufen ihrer Drüsengänge und ihrer Beeren theils in dem untersten Theile der Schleimhaut, theils hinter derselben liegen, deren zahlreiche Ausführungsgänge oft nur sehr wenig gebrämt emporsteigen und deren blinde Enden meist zwischen 0,018 bis 0,034‴ im Durchmesser haben. Hat man sie isolirt und durch schwaches kaustisches Kali durchsichtiger gemacht, so gewahrt man oft an der Mittelhaut ihrer Endbläschen eine feinstreifige Beschaffenheit, so wie einfache Endbläschen, welche durch schwache Einschnitte eine unvollständige Theilung darbieten. Da, wo ihre zahlreichen Häufchen bei einander liegen, erlangen einzelne nicht selten einen Durchmesser von etwas mehr als einer Linie. Obgleich etwas seltener werdend, sind sie in dem absteigenden Theile des Zwölffingerdarms noch sehr häufig, in dem untern horizontalen Theile dagegen, wie es scheint, sparsamer. Breitet man hier eine abgeschnittene Kerkring'sche Falte flächenartig, so daß sie auf ihrer Oberfläche aufliegt, aus und macht sie durch kaustisches Kali durchsichtig, so stößt man auf einzelne sehr kleine traubenförmige Drüschen, deren zum Theil selbst, wie es scheint, verschmolzene Endbläschen, welche im Mittel nur ungefähr 0,008‴ bis 0,012‴ messen, die man aber weder mit den geschlängelten Blutgefäßen, noch mit dunkelkörnigen, vielleicht zum Theil den Chylusgefäßen angehörenden Massen verwechseln darf. Es haben jedoch die Existenz und die Verhältnisse dieser Drüschen (welche auch von Böhm beobachtet sein dürften)

eine genauere Constatirung nöthig, da ich sie oft trotz aller Mühe nicht auffinden konnte.

Die längeren, gracileren, häufig an ihrem Ende mehr oder minder kolbigen, selten gabelig getheilten oder eingeschnittenen Zotten des Dünndarmes bestehen aus denselben wesentlichen Elementartheilen, welche schon bei den Zwölffingerdarmzotten angeführt wurden. Hat man ein Stückchen Dünndarmschleimhaut in kalter Essigsäure (welche sich dabei bisweilen bläut) liegen lassen, so sieht man bei starker Vergrößerung an der nach Abstreifung des Epithelium die Zotte begrenzenden Haut, so weit sie nicht durch die innere Körnermasse undurchsichtig gemacht wird, den Contouren der Zotte entsprechend bogig herumgehende, mehr oder minder vollständige dunkele Linien, welche bisweilen am Rande rauh und mit sehr kleinen Umhüllungsspindeln besetzt zu sein scheinen. Der größte Theil der Körper, welche im Innern enthalten sind, zeigt sich rundlich bis länglichrund und dürfte zum Theil zu den Gefäßen der Zotte gehören. Andere scheinen oberflächlicher zu liegen. Bei einzelnen von ihnen sieht man einen saturirtern Kern von einem hellen Hofe umgeben. Die Bedeutung der verschiedenen hier sich darbietenden Formen bedarf noch genauerer Untersuchungen. Die Blutgefäße werden in größerer oder geringerer Verbreitung oft kenntlich, wenn man die Zotten mit Salpetersäure oder gehörig verdünnter Schwefelsäure oder kaustischem Kali befeuchtet. An einzelnen Zotten erscheint oft ein dunkelkörniger Streif, der an der Basis mit ähnlichen dunkelkörnigen Netzen zusammenhängt. Wahrscheinlich sind dieses, wie auch die fettige Natur der Körner andeutet, Lymphgefäße. Daß jener dunkle Streif kein Blindsack sei, sieht man daraus, daß er sich bisweilen als eine Schlinge darstellt, oder wenigstens eine Schlingenumbiegung an der Spitze zeigt. — Außer den Lieberkühn'schen Drüsen sind hier die an der dem Bauchfellansatze entgegengesetzten Wandung vorzüglich des Ileum und besonders des untern Theiles desselben vorkommenden Peyer'schen Drüsen anzuführen. Sie sind, wie die vereinzelten Schleimdrüsen, sehr verschieden ausgebildet, bilden meist länglichrunde bis rundliche Haufen und zeigen sich dem freien Auge als eine Anhäufung rundlicher Theile, welche, wenn ihre Centralkapseln minder gefüllt sind, wegen des Vorherrschens der in den Zwischenräumen derselben stehenden Zotten und des anhaftenden Schleimes das sammetartige Aussehen der übrigen Darmschleimhaut ebenfalls hervorrufen. Sind ihre Centralkapseln gefüllter, so erscheinen sie wie helle Tüpfel zwischen den gelblicheren und dunkeleren Zotten. Das ganze eigenthümliche Ansehen dieser Peyer'schen Drüsenflecke wird aber nur dadurch hervorgerufen, daß von einfachen Drüsenvertiefungen umgebene Centralkapseln hier mehr oder minder haufenweise bei einander stehen. Denn einzelne und zum Theil größere Gebilde der Art (sogenannte Glandulae solitariae) finden sich in der übrigen Schleimhaut des untern Theiles des Dünndarmes, wo selbst schon Peyer'sche Drüsenflecke existiren, zerstreut, und fallen, wenn die Füllung einigermaßen bedeutend ist, dem freien Auge sogleich auf. Die Centralkapsel bildet einen geschlossenen rundlichen bis länglichrunden Balg, welcher selbst durchaus zottenleer ist, während in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Kapseln der gewöhnliche Zottenbesatz hervortritt. In seiner Peripherie liegt eine Reihe von Drüsenöffnungen (nach der gewöhnlichen Angabe 5 bis 10, doch wahrscheinlich mehr). Die Centralkapsel enthält eine schleimige Flüssigkeit mit äußerst zahlreichen, meist unregelmäßig rundlichen Schleimkörperchen von 0,003‴ mittlerm Durchmesser, besitzt eine eigene,

helle, bisweilen faserig erscheinende, besonders bei senkrechten Durchschnitten deutlich sichtbare Wand, und liegt nicht ganz an der Oberfläche, sondern unterhalb einer dünnen Schicht der Darmschleimhaut, welche sich dann an die Basis der benachbarten Zotten hin fortsetzt. Statt einzelner, isolirt stehender Kapseln erscheinen bei vielen Drüsenflecken kreisförmige, bogige, verästelte und anastomosirende Figuren. An den Kapseln selbst konnte ich nie mit genügender Deutlichkeit einen Ausführungsgang wahrnehmen. Man sieht oft schon mit freiem Auge in der Mitte einen dunkeln Punkt, dessen Bedeutung mir nicht klar wurde. Böhm bemerkte bisweilen einen Eindruck, Krause eine Mündung in der Mitte des Balges, der sich zugleich durch die peripherischen Mündungen nach außen öffnen soll. Während die Centralkapsel von Fasern der Schleimhaut an ihrer Peripherie rings umkränzt wird, erscheinen die Mündungen, welche an dem Umkreise zum Vorschein kommen, meist länglichrund und bei der schiefen Stellung ihrer Gänge oft schmal und mit ungleicher Höhe ihrer beiden einander gegenüberstehenden Ränder und bedeutend größer, als die Oeffnungen der Lieberkühn'schen Drüschen. Beiderlei Arten von Mündungen in der Schleimhaut führte ich mir noch am klarsten zur Anschauung, wenn ich flächenartige ausgebreitete Schleimhautstücke, an welchen ich mit dem Pinsel die Zotten in Ordnung gebracht, mit kaustischem Kali befeuchtete. Es erscheint dann ein gewisses Moment der Einwirkung, in welchem die Vertheilung der Lieberkühn'schen Drüsen, welche sich an der ganzen Dünndarmschleimhaut finden, sehr deutlich wahrnehmbar wird. Sie zeigen sich an der Basis und zwischen den Zotten mit rundlichen, sehr selten etwas eckigen, oft länglichrunden, seltener spindelförmigen, bald gerade, bald schief gestellten Mündungen von 0,010‴ bis 0,015‴ im mittlern Durchmesser, welche sehr dicht bei einander liegen und von den Fasern der Schleimhaut circulär und netzförmig umsponnen werden. Sie scheinen einfache Drüsenfollikel der Schleimhaut zu sein, sich bisweilen kugelig oder länglich flaschig zu erweitern und innerhalb einer Mittelhaut Körnchengebilde oder Epithelialcylinderchen zu enthalten. So oft sich Drüsenbalg und Oeffnung zugleich zeigten, erschien immer die Mündung, welche meist den Contouren des Fundus mehr oder minder folgte, viel kleiner, oft mehr, als halb so klein, als der Drüsensack, wie ganz etwas Aehnliches auch z. B. bei den Hautdrüsen der Frösche stattfindet.

Die Darmzotten haben genau an der Dickdarmklappe ihre bestimmte Grenze. Verfertigen wir uns einen senkrechten Durchschnitt durch die Valvula coli, so sehen wir, daß ihre ganze gegen den Dünndarm gewendete Fläche mit freien Zotten bekleidet ist. Erst an dem freien Umschlagsrande werden diese niedriger, meist pyramidal mit breiterer Basis und gehen auf dem Rande selbst ziemlich plötzlich in Gebirgszügen ähnliche Zacken oder Hügel über. Diese letzteren verschwinden aber auch bald mehr oder minder, so daß die Schleimhaut glatter, oder schwach eingeschnitten, oder mit einzelnen Colliculis versehen wird, während im Innern und in der Tiefe größere und kleinere Schleimdrüsen zu existiren scheinen, und während sich in dem zwischen den Faltenlamellen befindlichen laxen Zellgewebe Fett anhäuft. Die Schleimhaut des Blinddarmes erinnert in ihrem Baue sehr an die des Magens, gleichwie beide Theile des Verdauungsschlauches auch bekanntlich mehre Aehnlichkeiten zwischen ihren Secreten und ihren Functionen darbieten. An ihrer Oberfläche erscheinen wieder Zottenfalten mit meist pyramidalen Zottenbildungen. Auf einem senkrechten, mit dem Doppelmesser geführten Durchschnitte sehen wir Drüsen, welche in sehr vielen Punkten an

die Magendrüsen erinnern. Sie befinden sich ebenfalls senkrecht stehend in dem Bereiche der faserigen Grundsubstanz wie die Magendrüsen, sind aber weiter von einander entfernt, so daß für die faserige Grundmasse mehr Raum bleibt, erscheinen gerade, steifer und gleichmäßiger, enthalten keine so sehr in die Augen fallende Epithelialbildung als Innenformation, da ihre Zellen- und Kernbildung meist heller ist, und schwellen an ihrem meist geraden, seltener gekrümmten blinden Ende gar nicht oder nur äußerst wenig an. Ihre mittlere Länge beträgt 0,27‴, ihre mittlere Breite 0,025‴. Von der Fläche betrachtet erscheint die Schleimhaut wie ein Gitterwerk mit helleren rundlichen bis länglichrunden, oft schief gestellten Maschenräumen von 0,035‴ bis 0,052‴ Durchmesser, welche die Mündungen der genannten Drüsen darstellen. Vermöge ihrer hellen und schwächern Füllung sind sie im frischen Zustande an vielen feinen senkrechten Durchschnitten wenig oder gar nicht sichtbar. Betupfen des Präparates mit Essigsäure oder vorzüglich mit kaustischer Kalilösung bringt sie aber auch dann in der Regel zum Vorschein. In der Umgegend des Oeffnungsrandes des Wurmfortsatzes erschienen mir auffallend viele gegen ihr blindes Ende schwach gebogen, einzelne sogar in einem sehr geringen Grade geschlängelt. Während in der Blinddarmschleimhaut nur sehr zerstreut einzelne, solitäre Drüsen vorkommen, besitzt die des Wurmfortsatzes eine solche Menge derselben, daß sie schon dem freien Auge wie dunkel punktirt erscheint. Auch sie hat außerdem ähnliche, oft kürzere und etwas breitere Drüsen, so wie das ähnliche Netzwerk von Zottenfalten mit den ganz analogen Maschenräumen. Die Zöttchen und Fältchen sind schon mit freiem Auge kenntlich und oft in der Tiefe der Schleimhaut individualisirter vorgebildet.

Die Schleimhaut des Grimmdarmes zeigt auf senkrechten Durchschnitten, vorzüglich wenn sie in gehörigem Maße und ohne Druck mit Kali behandelt worden, ein ganz ähnliches zottiges bis hügeliges Faltennetzwerk und ähnliche Schlauchdrüsen, die verhältnißmäßig ziemlich entfernt von einander, bisweilen aber je zwei einander näher stehen und deren Mündungen meist 0,015‴ bis 0,030‴ messen. Einzelne zerstreute solitäre Drüsen sind leichter mit freiem Auge oder durch die Loupe kenntlich, als unter dem Mikroskope, wo ich kein deutliches Bild derselben erhalten konnte, zu erforschen. An dem Uebergange in den Mastdarm erscheinen oft die schon im Grimmdarm oben glatter gewordenen Netzfalten, obgleich sie ihre netzförmige Verbindung behaupten, so, daß einzelne quere, schiefe oder longitudinale Faltenrichtungen an vielen Punkten vorherrschen, obgleich man gegen solche Anschauungen sehr mißtrauisch sein muß, weil sie sich durch Streichen künstlich hervorrufen lassen, und dieses selbst in dem Mastdarme noch der Fall ist. In der That glaube ich auch, daß oft in dem ganzen Mastdarme kein Faltensystem einen entschiedenen Vorrang über ein anderes gewinnt. Die in der mehr gefalteten Schleimhaut des mittlern bis untern Theiles des Rectum enthaltenen Schlauchdrüsen zeichnen sich durch ihre Breite, welche im Mittel 0,086‴ beträgt, aus. Wie gewöhnlich, gehen um sie, wie man besonders nach Behandlung mit Essigsäure deutlich sieht, mit Kernen belegte Fasern der Schleimhaut bogig herum. Nach unten zu erscheinen sie oft in gedrängterer Stellung. Auch fragt es sich, ob nicht hier einzelne von ihnen zusammengesetzter werden. Betrachtet man ein Stückchen der mehr colliculösen, dünnen Schleimhaut dicht an der Afteröffnung von seiner Innenfläche aus unter mäßiger Vergrößerung, so sieht man einerseits nicht selten einzelne oder mehrfach bei einander stehende Blindsäcke von größten Breiten-

Durchmeſſern von 0,115‴ bis 0,230‴, anderſeits eine Menge gewundener Schläuche von 0,040‴ mittlerem Durchmeſſer, welche letztere vielleicht geſchlängelte, dicht bei einander liegende und zum Theil verknäuelte Blutgefäße ſind. Außerdem gewahrt man an einzelnen Stellen ganz am Ende einzelne verzweigte mit Endſäckchen von 0,015‴ bis 0,042‴ Dchm. verſehene traubendruſenähnliche, mit Fett gefüllte Maſſen, welche mit den ſchon im Gebiete der Afteröffnung erſcheinenden Talgdrüſen der äußern Haut im Weſentlichſten die größte Verwandſchaft haben.

Die allgemeinen Naturverhältniſſe der Leber, ſowie der Mundſpeicheldrüſen, des Pankreas und der Blutgefäßdrüſen wurden ſchon in dem zweiten Abſchnitte angeführt.

4) Athmungsorgane.

In der ächten Knorpelſubſtanz des Schildknorpels, welche an einzelnen Stellen eine ſtärkere faſerige Grundlage hat, erſcheinen die Knorpelkörper meiſt rundlich bis polygonal, liegen oft gruppenweiſe, haben nicht ſelten einen mit Körnchen bedeckten gelblichen Halo und enthalten häufig ſehr ſtarkſchattige Nuclearbildungen. Wo die Grundmaſſe rein faſerig wird, erzeugen ſich für das freie Auge dunklere Flecke. Die meiſt etwas dunkleren und wie gekämmt erſcheinenden Faſerlinien gehen, gleich den Knorpelkörperchen, meiſtentheils quer und oft bogig und haben theils Gruppen, theils einzelne, bisweilen jedoch höchſt ſparſame Knorpelkörperchen zwiſchen ſich. Vorzüglich nach außen und unten gegen die unteren Hörner hin ſtößt man auf härtere Knochenſtellen, welche ihre in den Markkanälen enthaltenen Blutgefäße zu erkennen geben. In den beiden Hörnern des Schildknorpels begegnet man derſelben Knorpelſubſtanz und derſelben Faſerbildung der Grundmaſſe, wie in den Seitenplatten. An einzelnen Stellen exiſtiren, dem Halo aufliegende dunkelere Körnchen in ſolchem Maße, daß ſie nicht nur einen Theil der Knorpelkörper bedecken, ſondern gleich langen Kometenſchweifen nach hinten hinausragen. In dem Ringknorpel, welcher ähnliche Knorpelſubſtanz hat, entſteht die gelblichweiße durchbrochene Maſſe durch Körnchen, welche den Knorpelkörperchen und deren Umgebung aufgeſtreut ſind, während die Zwiſchenſubſtanz bisweilen faſerig erſcheint. Auch die Gießbeckenknorpel haben ähnliche Knorpelmaſſe. In den Wrisberg'ſchen Knorpeln und dem Kehldeckel tritt Netzknorpel, welcher an einzelnen Stellen in Faſerknorpel und Faſerſubſtanz übergeht, auf. In den Bändern des Kehlkopfes finden wir verſchiedenartige Vertheilungen von Zellgewebefaſern, elaſtiſchen Faſern und Bandfaſern. Ueber die Ausdehnung des Flimmerepithelium in der Luftröhre und dem Kehlkopfe wurde ſchon in dem Art. Flimmerbewegung gehandelt.

Die Lungen bilden ihrer Structur nach eine baumförmig verzweigte Drüſe, deren Endbläschen durch die Lungenbläschen dargeſtellt werden. Irgend größere Anaſtomoſen zwiſchen den untergeordneten Gabeltheilungen der Bronchien ſcheinen bei dem Menſchen nicht zu exiſtiren. Gleichſam das Skelett dieſer Verzweigungen bildet die Schleimhaut mit ihrer Faſergrundlage und ihrem Flimmerepithelium, welche Elemente durch alle Veräſtelungen bis zu den Lungenbläschen reichen. Hinter ihnen erſcheinen neben zellgewebigen auch reichliche elaſtiſche Faſern. Alle Knorpelringe der Luftröhre ſowohl, als der Bronchi, als der Aeſte derſelben, beſtehen bis zu den kleineren hierher gehörenden Bildungen aus ächter Knorpelſubſtanz. Die Contractilität des Lungengewebes ſcheint durch muskulöſe Faſern, welche bald mit den Zell-

gewebefasern an Form identisch, bald einfacher und platt sind, bewirkt zu werden. Die Drüsen, welche man in der Schleimhaut, vorzüglich der Luftröhre zerstreut findet, zeigen oft gewundene Drüsengänge. In der stärkern Drüsenschicht, die an der Hinterwand der Trachea existirt, verlaufen die einzelnen Drüsenröhren, welche im Mittel 0,015‴ messen, ähnlich, wie in den Schleimdrüsen des weichen Gaumens und des Pharynx.

Zwischen den Verzweigungen der Luftröhre, deren letzten Enden die 0,020‴ bis 0,080‴ im Diameter messenden Lungenbläschen aufsitzen, befinden sich außer dem verbindenden Zellgewebe auch die Blutgefäße und die Nerven. An jedem Lungenbläschen erscheint ein sehr reichliches mit kleinen Maschenräumen versehenes Gefäßnetz, während Anastomosen größerer Zweigchen die Bläschen und die Aestchen im Ganzen umspinnen. Feine Durchschnitte frischer Lungen stellen sich im Wesentlichen so dar, wie es schon in dem zweiten Abschnitte von den Kaninchenlungen angegeben worden, nur daß die Fasern hier straffer und spröder erscheinen. Oft zeigen solche Durchschnitte so schwammartig durchbrochene Räume, wie man sie im Großen häufig bei Krokodil- oder bei Schildkrötenlungen sieht. Einzelne Netzbalken erreichen hierbei bisweilen selbst nur eine Breite von 0,005‴. — Die Pleura bildet eine Faserhaut, welche von einem Pflasterepithelium bekleidet wird.

5) Harnorgane.

Von den Wärzchen der Niere, wo die Mündungen schon mit freiem Auge kenntlich sind, beginnen die Ursprungsröhren der Harnkanälchen, laufen hierbei von der Oberfläche der Papille aus schwach divergirend und durch Zellgewebe, in welchem sich meist longitudinale, oft geschlängelte Blutgefäßstämme von 0,007‴ Durchmesser bei natürlicher Ausdehnung befinden, ververbunden, und messen hierbei meist 0,025‴ bis 0,050‴. Indem nun diese gestreckten Harnkanälchen oder Bellini'schen Röhrchen ihren mehr geradstrahligen, schwach divergirenden Lauf fortsetzen und sich hierbei häufig gabelig theilen, bilden sie zuerst die Malpighi'schen Pyramiden und überhaupt die Marksubstanz der Niere und gehen dann allmälig in die aus gewundenen Harnkanälchen bestehende Rindensubstanz über. Hier verknäueln sie sich zu einzelnen mehr oder minder geschiedenen Kegelgruppen. Da jedoch dieser Uebergang mehr allmälig geschieht, so daß einzelne Harnkanälchen schon in die Verknäuelung eingehen, während andere noch ihren frühern Verlauf gerader oder etwas gewunden fortsetzen, so entstehen hierdurch die Ferrein'schen Pyramiden, welche sich als längere, meist hellere Streifen in der Rindensubstanz auszeichnen. Bei diesem Verlaufe verbinden sich nicht selten einzelne Harnkanälchen durch Anastomosen mit einander. Am Ende der Marksubstanz beträgt ihr Durchmesser im nicht injicirten Zustande im Mittel 0,014‴, kann aber bis 0,025‴ steigen. In der Rindensubstanz, wo sie meist in ihrem naturgemäßen Verhältnisse gefüllter und dunkler erscheinen, zeigt sich ihr mittlerer Durchmesser zwischen 0,022‴ bis 0,025‴, kann sich aber auch selbst in benachbarten Stellen einer und derselben Niere auf 0,010‴ vermindern und zu 0,038 erheben. Verfertigt man sich mit dem Doppelmesser einen senkrechten Schnitt, welcher in einer Continuität durch die Albuginea der Niere und den oberflächlichsten Theil der Rindensubstanz geht, so sieht man an vielen Punkten Endschlingen der Harnkanälchen, indem ein Röhrchen sich mannigfach schlängelnd herauskommt, umbiegt und bald die früheren Schlängelungen kreuzend, bald von ihnen entfernt, gebogen oder

geschlängelt hinabgeht. Bei gehörig langen Schnitten kann man beide Aeste der Endschlinge oft sehr weit verfolgen und sich so mehr vergewissern, daß diese Endumbiegungen keine bloßen Krümmungen der Röhrchen seien, obgleich bei der Unmöglichkeit, die Röhrchen von ihrem Anfange bis zu dem Ende an Einem Präparate zu verfolgen, der Beweis kein definitiver ist. An den Umbiegungen zeigt sich keine constante Durchmesserveränderung. Ob neben diesen Schlingen noch blinde, jedenfalls zu keinen bedeutenden Bläschen angeschwollene Anfänge der Harnkanälchen vorhanden sind, ist nicht sicher festgestellt, denn oft geben sich scheinbare Formationen der Art als durchschnittene Röhrchen zu erkennen oder es erscheint wenigstens ein zweifelhaftes Bild. In früheren Untersuchungen glaubte Gerber noch einen dritten möglichen Fall beobachtet zu haben, daß nämlich die Kanälchen im Innern der Malpighi'schen Körperchen beginnen. Ebenso unentschieden bleibt es, ob, wie wenigstens Prévost und Cayla bei dem Pferde und dem Schweine gesehen haben wollen, von den stärkeren Harnkanälchen der Rindensubstanz feinere einfachen oder mehrfachen Ranges entspringen, sich verwickeln und wahrscheinlich wieder zu den größeren Röhren zurückkehren. Wenigstens muß ich frei bekennen, daß mir aus der menschlichen Niere keine Anschauung, welche hierfür spräche, erinnerlich ist. Die Epithelialbildung, welche als Innenformation der Harnkanälchen auftritt, gehört zu den Pflasterepithelien. Das dunklere Aussehen in den gewundenen Harnkanälchen entsteht durch die zahlreichen Kerne (u. Zellen), welche sich in ihnen vorfinden. Weiter nach abwärts werden ihre Zellen deutlicher und (bisweilen) platter. Die an den Arterienästchen befindlichen Malpighi'schen Körper, welche außerdem nur noch in den Primordialnieren des Embryo vorkommen, erscheinen als rundliche und oft länglichrunde Körper von 0,080‴ bis 0,150‴ schiefem Durchmesser und zeigen nach glücklicher Injection eine bedeutende Menge verwickelter Blutgefäßstämmchen, die einerseits aus einem arteriellen Stämmchen entspringen, und anderseits in eine oder mehre austretende Blutaderstämmchen übergehen. Uninjicirt zeigen sie sich als körnige Kapseln, welche oft eine deutliche selbstständige (feinfaserige) Hülle darbieten. Durch sehr verdünntes kaustisches Kali läßt sich oft auch ohne künstliche Einspritzung ein Theil der Gefäßschlängelungen von 0,005‴ mittlerm Durchmesser bloßlegen. Allein die körnige Masse bleibt zum Theil, und es fragt sich überhaupt sehr, ob nicht noch im Innern der Gefäßknäuel, wie zum Theil Cayla bei Thieren beobachtet haben will, eine andere organisirte Masse enthalten ist.

Nierenkelche, Nierenbecken und Harnleiter werden von einem mehr oder minder ausgebildeten Pflasterepithelium, unter dessen Zellen auch oft Cylinderchen von 0,008‴ Länge (Nierenbecken) wahrzunehmen sind, bekleidet. Im Harnleiter erscheint oft das Epithelium pflasterartiger und mehrschichtig. Schon im Nierenbecken finden wir, neben den Zellgewebefasern, blasse, mehr oder minder platte, muskulöse Fasern von 0,0025‴ mittlerm Durchmesser. Deutlicher und stärker erscheint diese Mittelhaut in dem Harnleiter, wo sie eine mittlere circuläre Lage neben äußeren und inneren Längenfasern bildet.

Die Harnblase bietet unter ihrem Pflasterepithelium die faserige Schleimhaut mit einzelnen, vorzüglich nach unten hin existirenden Drüschen dar. Die Muskelfasern ihrer Mittelhaut sind einfache und setzen sich auch vorzüglich als Kreisfasern auf der Harnröhre bis zu deren Ausmündung fort, während anderseits einzelne musculöse Fasern in das Ligamentum pubovesicale übergehen. Der Constrictor isthmi urethrae hat quergestreifte Muskelfasern.

6) Geschlechtstheile.

a. Männliche.

Innerhalb der lockeren Zellgewebebündel der gemeinschaftlichen Scheidenhaut des Hodens und des Samenstranges verbreiten sich die sich netzförmig vereinigenden Bündel von quergestreiften Muskelfasern des Hodenmuskels, welche gegen den untern Theil des Hodens hin der Außenfläche der aus dicht verwebten Zellstofffasern bestehenden eigenen Scheidenhaut des Hodens dicht anliegen. Die sogenannte seröse Haut des Testikels erscheint nur als ein lockerer mit Blutgefäßen (und Nerven) versehener Zellstoff. Auch die Hauptmasse der weißen Haut besteht aus zellstoffigen bis sehnigen feinen Faden, welche meist mit ihren zum Theil plexusartigen Bündeln der Oberfläche des Hodens nach verlaufen. Allein oft stößt man auch auf einzelne stärkere, platte und zum Theil mit Kernen belegte Fasern, deren Bedeutung vorläufig dahin gestellt bleibt. Befreit man ihre innere Fläche von den noch anliegenden Samenkanälchen und schabt sie mit einem Messer ab, so findet man in dem Abgeschabten kernhaltige dünne Plättchen eines Pflasterepithelium. Bei anderen Leichen gelingt es, große Fragmente eines Pflasterepithelium mit schönen kernhaltigen Zellen von 0,005‴ loszustreifen. Aehnliche platte Fasern, wie eben angegeben worden, sieht man auch in der festen fibrösen Masse an dem Uebergang des Samenausführungsganges in den Schwanz des Nebenhodens. — Das Verhalten der Drüsengänge des Hodens oder der sogenannten Samenkanälchen ist folgendes. Wenn der Samenleiter zum Hoden hinabsteigt, beginnt er sich schwach und in weiten Distanzen zu biegen, macht kurz vor seinem untern Ende starke, kurze, dicht bei einander liegende, wellige, abwechselnde Windungen und bildet unten an seinem Uebergange in den Nebenhoden, indem er dünner wird, sich aber reichlicher und länger windet, eine mehr oder minder längliche Anschwellung, in welcher seine Verwickelungen häufiger werden und sich unmittelbar in die des Schwanzes des Nebenhodens fortsetzen. Reinigt man den letztern von seiner röthlichen faserigen Hülle, so sieht man die zierlichen Samenkanalwindungen, welche durch Zellstoff mit einander verbunden werden, in ihren Aggregationen durch bogig quere Furchen an der Oberfläche mehr oder minder läppchenartig abgetheilt werden. Im Schwanze und der Mitte des Nebenhodens beträgt die Breite des Windungsrohres ungefähr im Mittel ½ Linie, im Kopfe desselben 0,27 Linie im uninjicirten Zustande. Es soll nur ein einziges von dem Kopfe nach dem Schwanze hin etwas breiter werdendes Samengefäß von 20 — 30 Fuß Länge (Krause) sein, das sich so durch den Nebenhoden in sehr zahlreichen kurzen, abwechselnd bogigen Windungen hindurchschlängelt. An frischen Nebenhoden hat man oft Gelegenheit, die mit Blut noch gefüllten Capillaren, welche diese Samengefäßschlängelungen äußerlich umgeben, zu beobachten. Größere Stämmchen von 0,011‴ bis 0,026‴ Durchmesser laufen oft bogig längs der einen meist convexen Seite der Windungen hin und ergießen über diese Lage sich verbreitende feinere Aeste und mit großen Maschenräumen versehene Capillaren, von denen die feinsten nur 0,0025‴, die gröberen 0,005‴ bis 0,009‴ messen. Löst man nun den Kopf des Nebenhodens von dem Hoden möglichst los, so stößt man auf die sogenannten gefäßreichen Kegel, d. h. gegen den Kopf des Nebenhodens, breitere Gebilde von 4 — 6‴ Länge, welche die Schlängelungen der Fortsetzungen der ausführenden Samengefäße enthalten. Die

letzteren messen im Anfange dieser ihrer lareren Windungen 0,115‴, an ihrem Uebergange in den Kopf des Nebenhodens dagegen im Mittel 0,2‴. In der Regel verläuft ein ausführendes Samengefäß in einem Kegel und mündet dann gesondert in das Schlängelungsgefäß des Nebenhodens. Doch glaube ich auch ein Mal oben gegen den Kopf der Epididymis eine gabelige Vereinigung zweier dünnerer Röhren zu einem stärkern gesehen zu haben. Die ihrer Zahl nach 9 — 17 betragenden ausführenden Samengefäße durchbohren die weiße Haut des Hodens an dem obern und innern Theil des Highmore'schen Körpers, bilden das Haller'sche Netzwerk, und strahlen mit den aus diesem hervortretenden leicht geschlängelten Stämmchen, den sogenannten geraden oder gestreckten Samenkanälchen in die einzelnen Lappenabtheilungen des Hodens aus, um sich in jeder derselben unter den mannigfachen, bei der Entwickelung zum Vorschein kommenden Anastomosenbildungen und verhältnißmäßig sparsamen Theilungen, aus denen nicht bloß zwei, sondern selbst vier und vielleicht mehr Aeste hervorgehen können, zu verknäueln und hierbei sehr zahlreiche, bei der Entwirrung am uninjicirten Hoden schon mit freiem Auge kenntliche Bogenschlingen zu bilden und angeblich mit diesen oder freien blinden Enden zu schließen. Ohne Zweifel künstliche Bildungen sind es, wenn an einem Samenkanälchen eine bruchsackartige Ausbuchtung erscheint. Der mittlere Durchmesser der mit Samen mäßig gefüllten, gestreckten Samenkanälchen beträgt 0,150‴; der der aus ihnen hervorgehenden Zweige 0,060‴ bis 0,080‴ bis 0,100‴. Die Blutgefäßverbreitung an den Windungen der Samenröhrchen erfolgt nach einem analogen Typus, wie dieses für den Nebenhoden angegeben worden. Die mit Blut gefüllten Capillarstämmchen messen 0,004‴ bis 0,008‴. — Die Oberfläche der relativ sehr dünnen Innenhaut des Samenleiters wird von kleinen Cylindern des Epithelium bekleidet. Die Verhältnisse der so sehr starken Muskelhaut gestalten sich auf folgende eigenthümliche Weise. Zerrupft man ein Fragment derselben, so erscheinen neben gewöhnlichen Zellgewebefasern platte, helle, weiche und oft wie aus geronnener Gallerte gebildete Fasern von 0,004‴ bis 0,007‴ Durchmesser, die ganz hell oder schwach oder stärker gestreift oder mit aufliegenden Kernen versehen sind. An den Maschenräumen des Faserwerkes und zum Theil an demselben erscheint eine hellere, geronnener Gallerte ähnliche Substanz, welche oft unregelmäßige oder rundliche bis länglichrunde Klumpen oder aus solchen bestehende Massen bildet. Auf einzelnen Schnitten zeigen sie sich, abgesehen von den aufliegenden Kernen, wie Zellen mit rundlichen granulirten Kernen. Noch anschaulicher werden diese anfangs gänzlich verwirrenden Bilder auf feinen longitudinalen und transversalen senkrechten Schnitten, welche man mit dem Doppelmesser verfertigt. Auf den ersteren sieht man zwischen den zum Vorschein kommenden Plexus der muskulösen Fasern mit ihren aufliegenden Kerngebilden in den Maschenräumen meist dicht gedrängte, mehr oder minder rundliche, bisweilen von einer doppelten Begrenzungslinie umgebene, bisweilen Kerne enthaltende, oft freien oder mehrfach in einer größern Zelle eingeschlossenen Zellen ähnliche, in Farbe und Glanz gewissermaßen an Stärkemehlkörner erinnernde Körper, so daß man im Ganzen entfernt an dichte Knorpelsubstanz der äußern Aehnlichkeit nach ermahnt werden kann. Dieses Ansehen dauert, bis nach außen hin Längenfasern das Uebergewicht gewinnen. Auch auf Querschnitten zeigt sich zwischen den Plexus der circulären Fasern, welche ganz nach außen dunkler werden und die größte Dicke der Muskelschicht einnehmen, etwas Aehnliches. Ohne mir schon jetzt über diese

Gebilde ein bestimmtes Urtheil erlauben zu wollen, scheinen sie mir doch nur die Durchschnitte von muskulösen Fasern oder Faserbündeln, welche die Maschen der Plexus in anderen Richtungen durchsetzen, zu sein, obgleich die bald einfachen, bald mehrfachen Kerne oder ihnen ähnliche einen großen Theil des Centrum bisweilen anfüllende, auch der kalten Essigsäure widerstehende Massen dieser Deutung mehr Schwierigkeiten in den Weg legen, als die oft doppelten, selbst von äußeren schwachen concentrischen Streifen umgebenen Contourlinien, welche auf eine äußere Scheidenbildung zu beziehen wären. Diesen eigenthümlichen grauen, gallertähnlichen Substanzen verdankt auch der Samenleiter seine eigenthümliche, dem freien Auge sich darbietende ähnliche Färbung. In seiner äußern zellgewebigen Hülle schlängeln sich reichliche Gefäßstämmchen, die mit Blut gefüllt, 0,020‴ bis 0,055‴ messen, und Capillaren von 0,005‴ bis 0,011‴ mit sehr weiten Maschen bilden. Die Verdünnung des Samenleiters, da wo er sich vor seinem Uebergange in den Nebenhoden mehr zu winden beginnt, geschieht vorzugsweise auf Kosten seiner faserigen Mittelsubstanz, die übrigens hier noch ihre frühere Beschaffenheit beibehält. Denn während bei einem kräftigen 51jährigen Manne z. B. das Lumen des Vas deferens ungefähr 1½″ von dem obern Ende des Hodens 0,125‴ im größten Durchmesser zeigt, die Innenhaut eine ungefähre Dicke von 0,040‴ und die Mittelhaut eine solche von 0,360‴ hatte, fand sich in den Windungen ungefähr ¼″ vor dem Eintritte in den Nebenhoden für das Lumen 0,102‴ und für die Dicke der Mittelhaut 0,185‴. Noch dünner wird diese muskulöse Mittelschicht in den Windungskanälen des Nebenhodens. Allein auch selbst in den Samenkanälchen des Testikels ist sie deutlich nachweisbar. Breitet man nicht zu sehr gefüllte Samenkanälchen flächenartig aus und bedeckt sie mit einem dünnen Glasplättchen, so erkennt man nach innen und in der Tiefe das Pflasterepithelium, das die Innenformation der Samenkanälchen bildet und Zellen von 0,0055‴ mittlern Durchmessers enthält. Nach außen folgt die deutlich faserige Mittelhaut von ungefähr 0,005‴ mittlerer Dicke mit aufliegenden länglichen Zellenkernen. Ganz nach außen streifen sich oft Bruchstücke einer ganz hellen durchsichtigen mit saturirten länglichen Zellenkernen versehenen Membran oder ähnliche Faserfragmente los. Entleert man vorsichtig und ohne großen Druck (am besten mittelst einer Staarnadel) ein Samenkanälchen seines Inhaltes, so kann man die Fasern der Mittelschicht auch auf der Fläche erkennen. Ja, es schien mir sogar in einigen, freilich sehr seltenen Fällen, als wenn nach innen von diesen Fasern noch andere feinere existirten. Daß durch starken Druck z. B. der Glasplatten des Compressoriums diese wie andere Fasern unkenntlich werden, bedarf kaum der Erwähnung. Durch Behandlung mit Essigsäure werden ihre rundlichen, öfter länglichrunden oder spindelförmigen Kerne von 0,0035‴ bis 0,005‴ Durchmesser deutlicher. Ob zwischen Faserhaut und Epithelium noch eine dünne wasserhelle Membran liege, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben. — Bei gesunden kräftigen Menschen sind die Samenkanäle vor ihrem Anfange in dem Testikel bis zu dem Samenleiter, diesen selbst mit eingeschlossen, mit Samenmasse, welche nach den Localitäten verschiedene Entwickelungsstufen zu zeigen pflegt, gefüllt. Natürlicher Weise richten sich die letzteren nach den zuletzt im Leben stattgefundenen Verhältnissen. Im Allgemeinen schreiten die Entwickelungsstadien von den Hodenkanälchen nach dem Samenleiter ziemlich regelmäßig fort. Das normale Verhalten scheint folgendes zu sein. Schon in den von der Oberfläche der Hodenläppchen entnommenen Samenkanalbogen erscheinen schon im unverletzten Zustande zahlreiche dunkele Flecke, von denen sich einzelne als dunkele gekörnte Kugeln zu erkennen geben, andere aber in ihren

Beſtandtheilen undeutlicher darſtellen, während außerdem viele kleine runde Kügelchen (von 0,0015‴ und noch kleiner) theils einzeln, theils haufenweiſe gruppirt, an vielen Stellen zerſtreuet exiſtiren. Drückt man den Inhalt der gewundenen Samenkanälchen heraus, ſo ſtößt man auf eine Menge verſchiedenartiger Elementartheile. 1) Das Dunkele der Körner und Flecke wird durch kleine dunkelrandige, mit hellem Innern verſehene Körnchen, von denen die größten bis 0,002‴ meſſen, während die kleinſten bis zur Moleculargrenze herabſinken, erzeugt. Sie ſcheinen ſtets nur äußerlich den anderen Gebilden anzuliegen. 2) Helle, wie ölige Kugeln von 0,0025‴ bis 0,0100‴ Durchmeſſer, die entweder gar keine oder undeutlich körnige Beſtandtheile zeigen. 3) Helle, den vorigen an Durchſichtigkeit ähnliche, mit losgeriſſenen Epithelialzellen nicht zu verwechſelnde Mutterzellen (Cyſten) von 0,006‴ mittlerm Durchmeſſer, welche außer ihrer Begrenzung und ihrem hellen Inhalte ſehr verſchiedene Innenkörper darbieten. Dieſe ſind oft einfach mehr oder minder rundlich, körnig, mit oft auffallenden einfachen oder mehrfachen Kernkörperchen verſehen, liegen ſelten centriſch, oft excentriſch und haben im Mittel einen Durchmeſſer von 0,003‴, der aber auch ſelbſt bis zu 0,0055‴ ſteigen kann. Bisweilen erſcheinen ſie länglichrund bis eiförmig, wie nach der einen Seite hin ausgezogen; bisweilen wie zerdrückt oder undeutlich in zwei oder mehre Abtheilungen getrennt. Andere Mutterzellen haben zwei vollkommen individualiſirte, zum Theil einander deckende und weit mehr von dem innern Zellenraume ausfüllende kugelige Innenkörper und ſind dabei noch rund oder auch bisweilen länglichrund. Bisweilen ſind mehre ſolcher Innenkörper (bis 4 — 8) vorhanden, ſo daß die Mutterzelle faſt gänzlich von ihnen ausgefüllt wird. Man trifft auch freie, bisweilen mit einer Membran umgebene, theils, wie es ſcheint, den Epithelien, theils den Samenzellen angehörende Kugeln an. 4) Die rundlichen bis länglichrunden, mit Kernen verſehenen und oft mit ſcharfen Körnchen belegten Epithelialzellen der Samenkanälchen. Samenfaden ſelbſt kommen in den Hodenkanälchen gewiß nur ſelten vor. Heterogene Gemengtheile ſind Blutkörperchen, die genannten Epithelialzellen und deren Fragmente, die aufſitzenden erwähnten Körnchen, und aus der alle Elemente des Samens umſpülenden Samenflüſſigkeit niedergeſchlagene, wahrſcheinlich fibrinartige Körper, welche ſich als körnige unregelmäßige Maſſen, granulirte irreguläre Faſern und Schollen u. dgl. darſtellen und es vorzugsweiſe zu bewirken ſcheinen, daß trotz der Befeuchtung mit Waſſer oft größere Fragmente zuſammenhängend bleiben. Im Gegenſatze zu dieſen unvollſtändigen Bildungen ſtoßen wir in der Regel im Samenleiter und ſelbſt in dem Nebenhoden auf ſehr reichliche Samenfaden, deren längliche, nach hinten etwas breitere und abgerundete, vorn ſpitzere Köpfchen durch ihre dunkelen Randbegrenzungen auffallen, deren dünne Schwänze meiſt, vorzüglich vorn geſtreckt liegen, ſich bisweilen krümmen und öſen, ſelten getheilt oder mit einem Anhangskörperchen verſehen ſind. Bei Befeuchtung mit Waſſer ſah ich an ihnen noch 84 Stunden nach dem Tode bei dem oben erwähnten 51jährigen Manne ſchwache Bewegungen. Die zwiſchen dieſen beiden Extremen liegenden Mittelformen, welche zunächſt über die Entwickelungsweiſe der menſchlichen Samenfaden Aufſchluß geben könnten, ſind im Ganzen ſchwer zu beobachten und noch am meiſten in dem Nebenhoden, vorzüglich dem Kopfe deſſelben und den Samengefäßkegeln anzutreffen. In der Samenflüſſigkeit des Nebenhodens findet man oft neben ſehr zahlreichen Samenfaden dunkele, rundliche bis länglichrunde Körper, welche in ihrem größten Durchmeſſer von 0,007‴ bis 0,023‴ ſchwanken und an welchen neben einer oft deutlichen concentriſchen Streifung den Körpern der Samenfäden ähnliche Gebilde, welche gleich ihnen der Eſſig-

säure widerstehen, bald in concentrischer Ordnung, bald in unbestimmter Lagerung hervortreten. Im Innern zeigen sich eine deutlich oder undeutlich körnige blassere oder dunklere Masse, oder neben dieser eine oder mehre Kugeln. Oft haben sie auch eine gelbliche Farbe, und ertheilen, wenn sie häufig sind, diese Färbung der ganzen Samenflüssigkeit auf eine schon dem freien Auge kenntliche Weise. Außerdem sieht man häufig blasse runde bis länglichrunde an die Innenkörper der Mutterzellen erinnernde Gebilde von 0,003‴ mittlerm Durchmesser. Sie sind aber jetzt heller, haben schärfere runde Contouren und zeigen selten eine kleine stielartige Ausbuchtung. An manchen von ihnen erkennt man ein durch seinen Glanz sich auszeichnendes, meist längliches Körperchen, welches dadurch an die Köpfchen der freien Samenfaden erinnert, während sich am Rande einzelne Bogenstreifen darbieten. Nach Kölliker sollen sie in der That einen eingerollten Samenfaden enthalten. Ueber die Deutung dieser Entwickelungsphänomene s. d. Art. Samen.

Die äußere Haut des Hodensackes giebt zu keinen besonderen Bemerkungen rücksichtlich ihrer Gewebetheile Veranlassung. In der unter ihr befindlichen Tunica dartos, welche von sehr laxen, großen, unregelmäßige Maschen einschließenden Capillaren von 0,0025‴ bis 0,006‴ durchzogen wird, erkennt man nur Fasern und Faden, von denen die letzteren durch ihre cylindrische Form, ihre Größe, ihre wellenförmigen Biegungen mit den gewöhnlichen Zellgewebefasern übereinstimmen. Breitet man sich aber ein Stück der Haut des Hodensackes z. B. in der Nähe der Raphe mit seiner Innenfläche nach oben gewandt aus, entnimmt an der innern Grenze der Cutis oder etwas von ihr entfernter Flächenschnitte und zieht sie mit Nadeln aus einander, so sieht man unter den äußerst zahlreichen Zellgewebebündeln und oft von ihnen verhüllt breite, in ihrem Durchmesser von 0,013‴ bis 0,036‴ schwankende, in ihrer Färbung den einfachen Muskelfasern der mittlern Darmhaut ganz ähnliche Fasern von 0,002‴, welche reichliche longitudinale, schon ohne weitere Vorbereitung ziemlich auffallende Kernbildungen auf sich haben. Behandelt man ein solches Präparat mit Essigsäure, so geben sich diese Fasern sogleich durch ihre langen und sehr schmalen aufliegenden und dann deutlicher werdenden Kerne zu erkennen. Es ist sehr die Frage, ob nicht diese Fasern, welche in dem so reichlichen Zellgewebe eben so leicht übersehen worden sind, als man sie, wenn man einmal sie kennen gelernt hat, herausfindet, muskulöser Natur sind, so daß das Runzeln der Haut des Hodensackes durch sie bewirkt würde. Es versteht sich von selbst, daß eine Verwechselung dieser muskulösen Fasern mit Blutgefäßen bei einiger Uebung durchaus unmöglich ist.

Die freie Oberfläche der Innenhaut der Samenbläschenwindungen wird von einem Pflasterepithelium bekleidet. Unter ihren wabenartigen Vertiefungen scheinen keine besonderen Drüsen zu liegen. Die an und unter ihr verlaufenden Capillarstämmchen messen mit Blut gefüllt in der Regel 0,003‴ bis 0,005‴. Ihre dicke muskulöse Mittelhaut stimmt ganz mit der des Samenleiters, vorzüglich des untersten Theiles desselben überein. An den Fasern erscheinen wiederum auf feinen Durchschnitten sehr zahlreiche rundliche bis länglichrunde Gebilde von 0,0035‴ bis 0,005‴ Durchmesser. Die im Mittel 0,085‴ dicken, sich bisweilen schlängelnden Hauptstämmchen der Blutgefäße der äußern zellgewebigen Haut lösen sich in weite Capillaren von 0,003‴ bis 0,008‴ auf. In den längere Zeit nach dem Tode untersuchten Samenblasen findet man oft eine große Menge einer gallertigen Masse, welche, da die Vesiculae seminales bei noch warmen Leichen hingerichteter eine flüssigere Substanz enthalten, durch Gerinnung bei dem Erkalten der Leiche entstanden ist.

Sie erſcheint im erſtern Falle unter dem Mikroſkope in Form von unregelmäßigen gelatinöſen Brocken. Im übrigen enthalten die Samenbläschen bald wahren durch den Samenausführungsgang herabgeführten Samen, bald nicht. Oft ſieht man auch in ihrer Gallerte reichliche gelbe bis gelbliche Körnchen theils frei, theils in Zellen, die bisweilen ſogar noch von einer zweiten Zelle umgeben werden zu können ſcheinen, iſolirter oder haufenweiſe eingeſchloſſen. Daß außerdem noch losgelöſ'te Epithelialelemente verſchiedener Art hier zu finden ſeien, bedarf kaum der Erwähnung. Auch der Ductus ejaculatorius beſitzt in ſeiner Mittelſchicht ähnliche einfache muskulöſe Faſern und trägt an der Oberfläche ſeiner Innenhaut pflaſterartige Zellen, die bisweilen auch von kleinen Cylindern herrühren dürften.

Die Proſtata iſt eine in reichlichem Faſergewebe eingebettete aggregirte Drüſe, deren mehrfache, bisweilen ſich vereinigende Ausführungsgänge iſolirt in den benachbarten Theil der Harnröhre einmünden. Ihre im Zuſtande ihrer natürlichen Füllung mit ihrem weißgelblichen Abſonderungsproducte zum Theil ſchon mit freiem Auge kenntlichen Drüſengänge ſtreichen von der Schleimhaut der Harnröhre nach der Oberfläche der Drüſe hin, durchſetzen dieſe mit ihren Theilungen, bisweilen leiſe ſich biegend, in den mannigfachſten Höhen, ſo daß bei ſenkrecht von außen nach innen geführten Durchſchnitten ſeltener ein längeres Stück eines Drüſenganges, als quere und ſchiefe Bruchſtücke derſelben zum Vorſchein kommen, werden hierbei durch das bei auffallendem Lichte mattgrau bis grauröthlich erſcheinende, zwiſchen ihnen befindliche Faſergewebe von einander geſchieden und meſſen mit ihren Endköpfchen 0,040‴ bis 0,110‴, im Mittel 0,085‴ bis 0,090‴. Verfertigen wir uns mittelſt des Doppelmeſſers einen feinen ſenkrechten Durchſchnitt durch die Subſtanz der Drüſe, ſo erſcheinen die zahlreichen zum Theil ſchon mit freiem Auge kenntlichen Lumina in den Faſern der Grundmaſſe wie eingebettet. Die Faſern von dieſer, welche hier blaß, mit vielen Kernbildungen bedeckt und vielleicht auch muskulös ſind, gehen zunächſt um die Oeffnung kreisförmig herum. Nach innen von ihnen bemerkt man dann die aus Körnern von 0,002‴ bis 0,005‴ Durchmeſſer beſtehende Innenformation. An einzelnen blinden Enden erſchien mir bisweilen eine durchſichtige Membran nach außen von dieſer Innenbildung. In dem gelblichen Abſonderungsproducte der Vorſteherdrüſe erkennt man viele, wahrſcheinlich von der Innenformation herrührende Zellen von 0,005‴ Durchmeſſer, ſo wie unregelmäßige kleinere Körper, und ſehr kleine, gelbliche mit dunkelen Rändern verſehene, zum Theil an und in den Zellen kenntliche Molecule, die ſämmtlich innerhalb einer durchſichtigen Grundflüſſigkeit enthalten ſind. Auf feinen ſenkrechten Durchſchnitten einer Cowper'ſchen Drüſe ſieht man ſehr gut in den einzelnen, durch eine Faſermaſſe geſonderten Läppchen den Krümmungsverlauf und die Verknäuelungen der meiſt 0,021‴ bis 0,028‴ im Durchmeſſer haltenden kleineren Drüſengänge. Die kurztraubig aufſitzenden Endköpfchen meſſen 0,016‴ bis 0,029‴. In dem Secrete dieſer Drüſen erſcheinen viele rundliche Körper von 0,0035‴, und ſehr viele faſt molecularkleine Körnchen.

Von der äußern Haut des männlichen Gliedes bleiben nach dem, was ſchon oben über die äußere Haut überhaupt angemerkt worden, nur die noch ſehr dunkelen Verhältniſſe der Praeputialdrüſen zu erörtern übrig. Betrachten wir ein Stück der äußern, die Oberfläche der Eichel z. B. in ihrer Mitte überziehenden weichen Haut, ſo finden wir ſie areolirt. Jeder der dieſes Ausſehen erzeugenden hellen Ringe, meiſt von 0,023‴ bis 0,040‴ Durchmeſſer, zeigt oft einen ſcheinbaren innern Oeffnungsring von 0,010‴ mittlern Durchmeſſers. An anderen Stellen dagegen ſieht man innerhalb dieſer hellen Areolarringe ein-

fache oder mehrfache abgeschnittene Blutgefäßschlingen, so daß man schon hier mehr auf ihre wahre Natur hingeführt wird. An manchen Stellen zeigt sich das Ganze nur überhaupt mehr oder minder netzförmig gegittert. Verfertigt man sich nun mit dem Doppelmesser feine senkrechte Schnitte, so sieht man dicht bei einander stehende pyramidale, mit ihren Spitzen nach oben gerichtete, den Tastwärzchen analoge Gebilde, welche meist an ihrer Basis eine ungefähre Breite von 0,02‴ bis 0,06‴ haben, von denen aber einzelne zwischenliegende, viel breiter oder wie aus mehren zusammengesetzt erscheinen, die alle so dicht von den Epidermidalzellen eingehüllt und bekleidet werden, daß die Oberfläche der Epidermis glatter und nur mit langgedehnten Colliculis besetzt erscheint. Nach Behandlung mit Essigsäure erhält man ganz das ähnliche Bild, wie wenn man feine Schnitte anderer mit Tastwärzchen besetzter Hautstücke der Thätigkeit dieses Reagens aussetzt. Auch die Innenfläche der Vorhaut zeigt ganz ähnliche Verhältnisse ihrer zarteren Hautwärzchen. Die weißen Flecke, vorzüglich am Halse der Eichel, welche man unter dem Namen der Tyson'schen Drüsen aufführt, erscheinen, von oben betrachtet, wie berg- oder hügelartige Theile, welche scharfe obere und seitliche Ränder haben, an ihrer Basis dagegen von der übrigen Hautsubstanz weniger abgegrenzt sind, von der Innenfläche dagegen gesehen, bald als einfach rundliche, bald als scheinbar schwach getheilte bis scheinbar gefingerte Gebilde. Führt man durch mehre derselben einen feinen senkrechten Schnitt, so sieht man, daß sie, indem sie Hügel an der äußern Oberfläche erzeugen, hier von der Epidermis bekleidet werden, und daß diese sich oft scheidewandartig zwischen je zwei benachbarten Kugel- oder Blasengebilden der Art hinabsenkt. Ihr Inneres erscheint heller und läßt bisweilen an einzelnen Stellen Durchschnittslumina erkennen. Bisweilen scheinen auch mehre Abtheilungen in einem solchen Gebilde zu existiren. Daß diese Theile keine gewöhnlichen Talgdrüsen seien, läßt sich, wie ich glaube, mit Bestimmtheit behaupten. Ihr feinerer Bau aber muß noch das Object künftiger aufhellender Untersuchungen werden. — An der Haut der Außenfläche des Gliedes erscheinen schon mit freiem Auge kenntliche zerstreuete, verästelte, traubige Talgdrüsen, welche durch Behandlung der mit ihrem subcutanen Zellgewebe losgelöst'en Haut mit kaustischem Kali um vieles deutlicher hervortreten. — Die lockere Fascia penis besteht aus Zellgewebebündeln, in welchen sich wiederum sehr laxe Capillaren von 0,0035‴ bis 0,008‴ verbreiten. — Die sehnige starke Hülle, welche die cavernösen Körper des Gliedes, nicht aber die Harnröhre unmittelbar einschließt, hat sich leicht schlängelnde sehnige Faden, deren Bündel in massa einen röthlich gelben Schein annehmen und oft mehr oder minder irisiren. — Um sich eine Uebersicht der wesentlichsten Gewebetheile der die venösen Maschenräume der cavernösen Körper begrenzenden Netzbalken zu verschaffen, dienen am besten mit dem Doppelmesser oder der Scheere bereitete feine Schnitte frischer nicht injicirter männlicher Glieder. Man erkennt hier zunächst das Fasergewebe, welches die im Innern der Bälkchen verlaufenden Schlagadern (und Nerven) verhüllt, unterscheidet auf geeigneten frischen Präparaten außer den zellgewebigen und sehnigen Fasern auch einfache, blasse, platte, meist mehr nach innen liegende Muskelfasern, und erkennt an einzelnen Stellen, z. B. an vielen Punkten der hinteren, noch nicht mit einander vereinigten Theile der cavernösen Körper des Gliedes einzelne Fettablagerungen. Nach dem Auswaschen des Präparates von allem in den Maschenräumen enthaltenen Venenblute sieht man besonders an den Rändern der Bälkchen die durchsichtige Innenhaut der venösen Maschenräume, welche so die Bälkchen begrenzt. An ihr zeigen sich bisweilen einzelne rundliche bis längliche, aufliegende, Epitheliumzellen ähn-

liche Gebilde, über deren Bedeutung ich mir jedoch noch kein Urtheil erlaube, und die man auch nicht ſelten in dem aus den Maſchenräumen herausgepreßten Blute vereinzelt wiederfindet. Die in dem Innern der Netzbälkchen verlaufenden Schlagadern, welche in den langen und dünnen Balkenfaden vorzüglich geſchlängelt bis korkzieherartig gedreht ſind, bringt man an uninjicirten Präparaten am beſten durch mäßige Behandlung mit kauſtiſchem Kali zum Vorſchein. Sie geben ſich hierbei ſehr oft durch ihre etwas dunkelen Ränder ſcharf zu erkennen, und zeigen deutlich ihre Theilungen, die bisweilen ſchon im friſchen Zuſtande ſichtbar werden. Auch iſt dieſe Methode geeignet, um ſelbſt an uninjicirten Präparaten, die rein künſtliche Natur der Arteriae helicinae vor Augen zu führen. Haben wir nämlich aus einer Stelle, welche mit längeren von einem Punkte ausgehenden Bälkchen verſehen iſt, ein Präparat, welches die ſcheinbar blinden rankenartigen Schlagadern deutlich zeigt, ſo erkennt man zwar ſchon bei ſtärkeren Vergrößerungen ohne alle Vorbereitung den korkzieherartigen Verlauf, und ſelbſt die abgeriſſenen und nicht ſelten umgeſchlagenen Enden der Arterien in den näher oder entfernter ihrem Urſprunge abgeſchnittenen oder durchriſſenen Bälkchen; befeuchtet man aber das Ganze auf vorſichtige Weiſe mit einer verdünnten Löſung von kauſtiſchem Kali, ſo werden oft an Stellen, die ſonſt blinden Enden täuſchend ähnlich ſehen, Lumina der durchſchnittenen Schlagadern deutlich wahrgenommen. Vorzüglich gilt dieſes für die Fälle, wo das mehr quer bis weniger ſchief getroffene Durchſchnittsende ſich nur ſchwach gebogen hat, daher das Lumen entweder nach oben oder nach unten an der Arterie liegt, ſo undeutlicher gemacht wird und ein ſcheinbar wahres blindes Ende herauskommt. Kauſtiſches Ammoniak wirkt in ſolchen Fällen weniger intenſiv und daher oft beſſer. Um hier zu einer beſtimmten Ueberzeugung zu gelangen, muß man nur durch Uebung es gelernt haben, die Durchſchnittslumina unter den ſtärkeren Mikroſkopvergrößerungen zu erkennen, und darf es nicht vernachläſſigen, ein ſcheinbares blindes Ende von oben und von unten, überhaupt von möglichſt vielen Seiten zu betrachten und zu dieſem Zwecke bisweilen unter dem Mikroſkope etwas zu rollen. Daß durch das Zurückziehen der Bälkchen und vorzüglich der in ihnen enthaltenen Schlagadern, wenn dieſe einige Länge haben, eine ſchraubige Einrollung derſelben beſonders hervorgerufen werde, bedarf kaum der Erwähnung.

b. Weibliche Geſchlechtstheile.

Verfertigt man ſich einen dünnen Schnitt durch das Grundgewebe des Eierſtockes, ſo ſieht man außer den reichlichen, ſich oft ſchlängelnden und häufig Schlingen bildenden Blutgefäßſtämmen eine faſerige Grundmaſſe, in welcher (vorzüglich in der ſogenannten Albuginea ovarii und deren Nähe) neben einzelnen zellgewebigen Fäden zahlreiche, etwas breitere Faſern mit ſehr vielen Kernen auffallen. Dieſe erſcheinen nach Einwirkung von Eſſigſäure zum Theil rundlich, länglich und in mannigfachen langen und ſchmalen Geſtalten, die als Uebergänge in Kernfaſern gedeutet werden. In dem lockern unterliegenden, blutgefäßreichen Gewebe ſcheint mehr gewöhnliches Zellgewebe vorzuherrſchen, obgleich man hier auch noch viele verhältnißmäßig große Kernbildungen antrifft und ich hier beſtimmt ſolche länglichrunde Nuclei in platten, ſehr blaſſen Faſern eingeſchloſſen ſah. Die in dem Ovarium eingebetteten Follikel beſtehen aus der Follikelhaut, der Körnermembran, dem Follikularinhalte, der Zona pellucida, der Dotterhaut, dem Dotter, dem Keimbläschen und dem Keimflecke (ſ. das Nähere in d. Art. Ei und Entwickelungsgeſchichte). Mit

Follikeln nicht zu verwechſeln ſind häufig an der Oberfläche der Ovarien und in deren Nähe vorkommende helle Bläschen, welche eine fibröſe Hülle und einen körnigen, dem Contentum Folliculi nicht unähnlichen Inhalt, dagegen keine Spur anderer Theile beſitzen und von denen es ſich für jetzt nicht entſcheiden läßt, ob ſie den Remak'ſchen Wimperblaſen (ſ. d. Art. Flimmerbewegung) entſprechen oder nicht. In deutlich hervortretenden, noch mit tiefer Narbenbildung verſehenen gelben Körpern beobachtet man eine helle gefaſerte Maſſe mit vielen aufliegenden Kernen, welche bei dem hellen, oft minder deutlich faſerigen Zuſtande der Grundſubſtanz dem Ganzen ein körniges Anſehen verleihen.

Die dem breiten Mutterbande angehörende äußere Haut der fallopiſchen Röhren ſtimmt in ihrem faſerigen Gewebe mit dem übrigen Bauchfelle überein. Unter ihr folgt lareres verbindendes Zellgewebe und dann die Mittelhaut mit ihren muskulöſen Faſern. Dieſe ſind im Mittel 0,0035‴ breit, liegen bündelweiſe an einander, ſtimmen ſehr mit den einfachen Muskelfaſern der Mittelhaut des Darmes überein und werden, wie man auf ſenkrechten Durchſchnitten beſonders ſieht, in ihren Maſchenräumen von lockerm Bindegewebe durchſetzt. Die Schleimhaut beſitzt ein Flimmerepithelium. Legt man ein losgeſchnittenes Längsfältchen mit umgelegtem Rande unter das Mikroſkop, ſo ſieht man oft, vorzüglich bei älteren Leichen, die Flimmercylinder ihm ſcheinbar ganz dicht aufgeſtellt, als hätten ſie gar keine jüngeren Stadien unter ſich. An anderen Stellen gewahrt man jedoch an der durchſichtigen Linie, welche die Schleimhaut begrenzt, jüngere Zellenformationen, die wahrſcheinlich als dünne Schicht noch unter den Cylindern liegen. Manche von dieſen zeigen ſogar nach unten Stacheln, wie ſie bei den Pflaſterepithelien der Adergeflechte, des Epithelium der Conjunctiva u. dgl. häufiger vorkommen. Die mittlere Länge der Cylinder beträgt 0,008‴.

Die Faſern der Mittelhaut der Gebärmutter erſcheinen bei nicht geſchwängertem Uterus einfach, nicht quer geſtreift. Dagegen bieten ſie nach Purkinje und Kaſper bei ſchwangeren Gebärmüttern Querſtreifen dar. Sie ſind im erſtern Falle wiederum blaß und wegen der vielen aufliegenden Kernbildungen körnig. Ueber ihre Anordnung ſiehe Purkinje und Kaſper[1]). Die Schleimhaut der Gebärmutter beſitzt an ihrer Oberfläche ein bis zu den Muttermundslefzen reichendes Flimmerepithelium mit Flimmercylindern und in ihren Durchmeſſern auf eine bedeutende Weiſe ſchwankenden Capillaren, die mit Blut gefüllt zwiſchen 0,012‴ und 0,080‴ ungefähr variiren. Nach Krauſe ſollen die in ihr zerſtreueten Drüſenröhrchen öfters 2—3 ſpiralige Windungen machen. Sie ſind nach ihm meiſt $^2/_3$‴ lang, $^1/_{25}$‴ bis $^1/_{20}$‴ breit und an ihrer Mündung $^1/_{35}$‴ weit. Die aggregirten Mutterhalsdrüſen zeigen auf ſenkrechten, mit dem Doppelmeſſer verfertigten und durch Kali etwas durchſichtiger gemachten Durchſchnitten vielfache Verſchlingungen ihrer im Mittel 0,058‴ meſſenden Röhren und erinnern hierdurch vorzüglich an die aggregirten Drüſen des weichen Gaumens und des Schlundes. Ob die ſogenannten Naboth'ſchen Eichen nur ausgedehnte rundliche Säckchen ſeien (Krauſe), kann ich nicht mit Beſtimmtheit angeben. Allerdings kommen ſie vorzüglich da, wo aggregirte Drüschen exiſtiren, vor. Auch liegen bisweilen zwei ſo dicht an einander und bieten eine ſolche Anordnung dar, daß man glauben könnte, ſie ſeien nur blaſige Erweiterungen einfacher oder gewundener Drüſenſchläuche. Allein meiſtentheils zeigen

---

[1]) De structura fibrosa uteri non gravidi. Vratislaviae 1840. 8.

sie sich als geschlossene Kapseln, welche als Inhalt innerhalb einer Flüssigkeit kleinere Körner und bisweilen größere, wie es scheint fette, Körper besitzen und daher vielleicht den schon bei der Magenschleimhaut erwähnten geschlossenen Bälgen zu parallelisiren sein dürften. — In dem runden Mutterbande sieht man außer den reichlichen interstitiellen Zellgewebefasern steifere, blaß röthlich gelbe, wie mir schien, mit denen der Mittelschicht des Uterus nicht ganz identische Fasern von 0, 0035‴ mittlerer Breite, welche auch die dem freien Auge gelblich bis gelbröthlich erscheinenden Stränge hervorrufen. Zerrupfte ich Stückchen desselben und behandelte sie mit Essigsäure, so erschien oft eine auffallende Menge von schraubig gedreheten Umhüllungsfasern, welche vorzüglich dem Zellgewebe anzugehören schienen, während auf den anderen Fasern reichliche distante, der Länge nach vorzugsweise geordnete Umhüllungsgebilde auftraten.

Auf senkrechten Schnitten der in die Schleimhaut des Scheidengewölbes übergehenden Schleimhaut der Gebärmuttermundslefzen gewahrt man noch cylindrische Epithelialzellen, welche auf diesen selbst senkrecht stehen und nicht etwa durch benachbarte Drüschen, mit ihrem Schleime vermischt worden sind. In dem abgeschabten Schleime des benachbarten Theiles des Scheidengrundes sieht man niedere Cylinderchen, die auch auf dünnen senkrechten Schnitten der Schleimhaut aus dieser Gegend erscheinen. Bald aber beginnt das Plattenepithelium, welches durch die übrige Scheide geht. Zugleich gewahrt man noch an solchen Präparaten ein eigenes Verhältniß. Es ragen nämlich an der Oberfläche 0,035‴ bis 0,080‴ lange einfache bis verzweigte Zotten, ähnlich den einfacheren Zotten des Exochorion, mit Epithelialzellen bekleidet, hervor. Sie bilden oft Biegungen und Schlingen, reichen bis zu den äußeren Schamlefzen, werden vorzüglich gegen die Columnae rugarum breiter, dicker darmzottenartiger und zeigen schon im frischen Zustande und deutlicher nach Behandlung mit Essig- oder Weinsteinsäure, gleich der zwischen diesen Scheidenzöttchen befindlichen Schleimhaut, runde große Kernbildungen, die nahe an einander liegen, sowie gewundene Röhren, wahrscheinlich Blutgefäßschlingen, welche in der Grundsubstanz verlaufen. Die Wärzchen der Columnae rugarum selbst erscheinen auf feinen Doppelschnitten ganz ähnlich, sind offenbar nur stärker entwickelte Scheidenzöttchen und haben auch kleinere Zottenbildungen zwischen sich, während höher oben im Scheidengewölbe auch größere Wärzchen schon zum Theil vorkommen. Ueberall in und unter der Scheidenschleimhaut zeigen sich große, auch im uninjicirten Zustande auffallende Blutgefäßnetze, welche mit dem angeschlängelten Blutgefäßen so reichen, fächerigen Gewebe hinter der Schleimhaut in Verbindung stehen. Von den Drüsenbildungen der Schleimhaut des Scheidengrundes konnte ich mir bis jetzt keine genügende mikroskopische Anschauung bereiten, da man an Stellen, welche selbst den aggregirten Drüschen des Gebärmutterhalses ähnliche Fleckchen darbieten, weder auf horizontalen, durch Kali durchsichtiger gemachten, noch auf senkrechten Schnitten etwas Bestimmtes wahrnimmt. Nur auf einzelnen Schnitten glaubte ich senkrechte Schläuche, die man jedoch nicht mit Blutgefäßstämmen verwechseln darf, gesehen zu haben. Die Cowper'schen Drüsen des Weibes sind noch nicht specieller mikroskopisch untersucht, gleichen aber wahrscheinlich denen des Mannes. Eben so bedarf noch die mikroskopische Constitution der an der Harnröhre und deren Mündung befindlichen Drüsen und Bälge einer genaueren Erforschung. Dasselbe gilt von den Santorini'schen Praeputialdrüsen der Klitoris, deren ungleich zerstreuete, ziemlich nahe bei einander liegende Oeffnungen meist zwischen 0,025‴ bis 0,040‴ schwanken. In den kleineren Schamlefzen erscheinen, vorzüglich gegen die äußeren Schamlippen hin eigene, bisweilen mit einem öligen bis fettigen Kugelin-

halte zum Theil gefüllte Drüsen, welche sich oft sogleich an ihrem Ausführungsgange gabelig theilen und ihre Drüsenröhren dann schlängeln und verwickeln. Der eine hat eine größte Breite von 0,025‴ und zeigt ein Lumen von 0,007 bis 0,011‴ und oft reichliche an ihm anliegende Längenfasern, welche vorzüglich durch die Umhüllungsformation derselben bedingt zu werden scheinen. Der Durchmesser der Spaltungsgänge beträgt im Anfange 0,008‴—0,010‴. An der innern Fläche der äußeren Schamlefzen und von da an weiter erscheinen die die Haare begleitenden Talgdrüsen, welche bald einfach, bald gabelig getheilt, fast immer sehr mit Secret gefüllt sind und meist zu je zwei seitlich an einem Haare stehen. Ihre Enden liegen ungefähr ½‴ unter der Oberfläche der Epidermis; die Breite ihres Hauptausführungsganges beträgt meist 0,012 bis 0,020‴; die der Theilungsäste, wenn sie gespalten sind, 0,010‴—0,013‴.

Der Bau der cavernösen Körper des Kitzlers und des Vorhofes scheint der Structur der Corpora cavernosa des männlichen Gliedes ganz ähnlich zu sein. Nur kommt es hier fast nur zu breiteren Septis, so daß eine Erzeugung von Arteriae helicinae beinahe unmöglich wird. Der Constrictor cunni enthält quergestreifte Muskelfasern. Ob eine sehr dünne Schicht einfacher Muskelfasern auch hier unter der Schleimhaut existirt, muß dahin gestellt bleiben.

Die Brüste wurden schon in dem zweiten Abschnitte erwähnt.

G. Valentin.

Erklärung der Abbildungen [1]).

Fig. 1. Krystalle aus dem Vorhofe des Gehörorganes eines erwachsenen Menschen.

Fig. 2. Verschiedene Formen von schaaligen Kugeln aus dem Hirnsande der Adergeflechte und der Zirbel des Gehirnes eines 18jährigen Mannes; a. bis r. sind unverletzte, s. bis v. gesprengte Kugeln. a. bis m. stammen aus den seitlichen Adergeflechten. n. bis r. aus der Zirbel.

Fig. 3. Proben aus dem Absatze in dem Harne des Pferdes. a. Eine einfache Kugel. b. Eine verwachsene Kugelreihe. c. eine Doppeldruse.

Fig. 4. Fettzellenbildungen aus der Fußsohle eines im fünften Monat befindlichen menschlichen Embryo.

Fig. 5. Eigenthümliche Pigmentzellen aus der Vorderfläche der Regenbogenhaut eines erwachsenen grünen Frosches.

Fig. 6. Dicht gefüllte polyedrische Pigmentzellen aus der Choroidea des menschlichen Auges.

Fig. 7. Verschiedene Formen von Pigmentzellen aus dem Frosche. a bis und g. aus dem Auge und f. aus der Haut.

---

[1]) Die den Abbildungen beigefügten Bruchtheile bezeichnen das Verhältniß der natürlichen Größe zu der Größe, unter welcher die gezeichneten Gegenstände unter dem Mikroskope gesehen wurden.

Fig. 8. Einige Formen der Pigmentramificationen aus der Choroidea des Auges des Menſchen.

Fig. 9. Pigmentzellen aus der Choroidea eines dreimonatlichen menſchlichen Embryo.

Fig. 10. Zellenfaſern des Bindegewebes aus dem Unterhautzellgewebe eines fünfmonatlichen menſchlichen Embryo.

Fig. 11. Platte Faſern und zum Theil ſchon geſonderte Faden des embryonalen Sehnengewebes aus der Achillesſehne eines dreimonatlichen Embryo des Menſchen.

Fig. 12. Faden aus der Sclerotica des Menſchen.

Fig. 13. Faden aus der Hornhaut des Froſches (bei dem Menſchen bieten ſie ein ganz ähnliches Ausſehen dar).

Fig. 14. Fragment der Hornhaut eines 13 Tage alten Hühnerembryo.

Fig. 15. Gewebe an und unter der Lederhant des Oberſchenkels deſſelben Embryo.

Fig. 16. Weiße Hornzellen des Oberſchnabels deſſelben Embryo.

Fig. 17. Zellen und Kugeln der oberflächlichſten Schicht der Kryſtalllinſe deſſelben Embryo.

Fig. 18. Zwei verſchiedene über einander liegende Schichten von Epidermidalzellen des Froſches. a. Jüngere, b. ältere Zellen.

Fig. 19. Anhäufung losgeſtoßener Epithelialblättchen des Mundes, wie ſie in jedem Tropfen Speichel des Menſchen beobachtet werden.

Fig. 20. Stachelige Zellen aus dem Epithelium der Bindehaut des Augapfels eines erwachſenen Mannes.

Fig. 21. Die an der Cornea liegenden tieferen Cylinder des Epithelium der Bindehaut des Augapfels aus derſelben Leiche.

Fig. 22. Das Cylinderepithelium der Schleimhaut der Gallenblaſe des Kalbes von oben in ſeiner pflaſterartigen Aggregation dargeſtellt.

Fig. 23. Epithelialcylinder. a. Aus demſelben Theile. b. Von der Oberfläche der Darmzotten des Hundes.

Fig. 24. Senkrechter Durchſchnitt durch eine Falte des Dünndarmes des Froſches, um die Epithelialcylinder, die unter dieſen liegende Zellenbrut und die eigentliche Schleimhautſubſtanz zu zeigen.

Fig. 25. Einzelne durch Schwefelſäure iſolirte Zellen des Epithelium eines Kopfhaares eines Mannes.

Fig. 26. Dieſes Epithelium in situ in der Mitte des (braunen) Haares, das vorher durch kauſtiſches Kali heller gemacht worden.

Fig. 27. Ein ähnliches Haar nach Behandlung mit Schwefelſäure zwiſchen zwei Glasplatten gerollt, damit die Rindenblättchen ſich losſchuppen.

Fig. 28. Einzelne beiſpielsweiſe gezeichnete Formen iſolirter Rindenblättchen.

Fig. 29. Geſchlängeltes Nervenäſtchen mit den daſſelbe umgebenden Hüllen aus dem Gekröſe des Froſches. a. Das Nervenzweigchen. b. Die mit Kernen verſehene glasartige Hülle. c. Die ſtreifige Hülle.

Fig. 30. Eine einzelne Nervenprimitivfaſer aus dem Hüftgeflechte des Froſches, die von einer beſondern hellen, mit aufliegenden Kernen verſehenen Hülle eingeſchloſſen wird.

Fig. 31. Nervenfaſer des Antlitznerven des Schafes mit ſeitlich bruchartig hervortretendem Inhalte.

Fig. 32. Durch Weinſteinſäure zur Anſchauung gebrachte Hülle der Nervenfaſer aus dem Urſprungstheile des Antlitznerven des Schafes.

Fig. 33. Mit Weinſteinſäure behandelte Nervenfaſer des Lendengeflechtes des Froſches mit ſtellenweiſe iſolirter und fadig eingeſchrumpfter Begrenzungshaut.

Fig. 34. Friſche Nervenfaſer deſſelben Theiles. a. Ein iſolirtes Stück der Begrenzungshaut.

Fig. 35. Ganz friſche Primitivfaſer des Hüftnerven des Froſches mit anliegender und zum Theil durch den Primitivfaſerinhalt durchſcheinender Zellenfaſer der äußern Hülle.

Fig. 36. Primitivfaſer des Lendengeflechtes des Froſches mit theilweiſe ſichtbarer Begrenzungshaut und kenntlichem Achſencylinder.

Fig. 37. Nervenfaſer derſelben Gegend mit herausragendem Primitivbande und den ſtrahligen Figuren an der Bruchfläche der Rindenſubſtanz des Nerveninhaltes.

Fig. 38. Nervenkörper mit ſeiner Begrenzungshaut aus dem Gaſſer'ſchen Knoten des Schafes.

Fig. 39. Nervenkörper deſſelben Knotens mit ihren mit Kernen belegten Scheidenbildungen und den Fragmenten zweier umſpinnender Nervenprimitivfaſern.

Fig. 40. Nervenkörper aus einem ganz friſchen Gaſſer'ſchen Knoten des Schafes von ſeiner Scheidenbildung eingeſchloſſen.

Fig. 41. 42. 43. Graue Faſern aus dem Naſenſcheidewandnerven des Schafes. Fig. 41. Die friſchen Faſern mit aufliegenden Kernen. Fig. 42. Dieſelben mit einzelnen zwiſchen ihnen verlaufenden Primitivfaſern. Fig. 43. Dieſelben mit aufliegenden pigmentirten Kerngebilden.

Fig. 44. Mit Eſſigſäure behandelte centrale Nervenfaſer aus dem kleinen Gehirne des Schafes mit ſtellenweiſe iſolirt ſichtbarer Begrenzungshaut.

Fig. 45. Centrale Nervenkörper aus der grauen Subſtanz der Hemiſphäre des kleinen Gehirnes eines 18jährigen Jünglings. a. b. Zwei verſchiedene Nervenkörper von grauer Subſtanz noch umgeben und mit aufliegenden Kerngebilden verſehen.

Fig. 46. a. b. c. Verſchiedenartige Nervenkörper aus der Oberfläche der Kleinhirnhemiſphären derſelben Leiche. d. Nahe an einander gelagerte Kerne aus der vorderſten grauen durchbrochenen Subſtanz.

Fig. 47. Nervenkörper aus dem Hinterlappen des großen Gehirnes derſelben Leiche nach Behandlung mit kauſtiſchem Ammoniak.

Fig. 48. Geſchwänzter, ſtreifiger und mit z. Thl. verletzter Begrenzungshaut verſehener centraler Nervenkörper aus dem verlängerten Marke des Schafes.

Fig. 49. Körper aus der grauen Subſtanz der Großhirnhemiſphären von Weingeiſtexemplaren von Proteus anguinus. a. Die dazwiſchen liegenden membranöſen Hüllen.

Fig. 50. In ſeiner Kapſel eingeſchloſſener, mit kauſtiſchem Kali etwas behandelter Nervenkörper aus dem vorletzten Schwanzknoten des Flußkrebſes.

Fig. 51. Nervenprimitivfaſern mit aufliegenden Kernen und ſeitlich geſehener Hülle aus demſelben Theile.

Fig. 52. Primitive Nervenzellen aus dem Hirn des Hühnchens.

Fig. 52 a. Graue Subſtanz der Großhirnhemiſphäre einer noch extremitätenloſen Kaulquappe.

Fig. 53. Centrale Nervenfaſern derſelben Gegend.

Fig. 54. Dieſelben nach Behandlung mit Eſſigſäure.

Fig. 55. Ein Stückchen Netzhaut eines jungen Kaninchenalbino. a. Die

Körnchenſchicht. b. Fragmente der Schicht der Primitivfaſern. c. Die an dem Rande hervortretenden milchglashellen Kugeln.

Fig. 56. Plexus der Nervenprimitivfaſern aus dem hintern Theile derſelben Netzhaut.

Fig. 57. Muskelfaſerrohr mit noch deutlichen Kernen aus der Halsmuskulatur eines 15 Tage alten Hühnerembryo.

Fig. 58. Muskelfaſerrohr aus demſelben Embryo mit äußerm Beſatze von Kernen. Aus demſelben Embryo.

Fig. 59. Etwas weiter entwickelte Muskelfaſer deſſelben Embryo.

Fig. 60. Muskelfaſern mit noch in ihrer Höhlung enthaltenen Körnchen. Aus einem 2½″ langen Schafembryo.

Fig. 61. Zellenfaſern aus dem großen Netze deſſelben Fötus.

Fig. 62. Zellenfaſern der Achillesſehne deſſelben Embryo.

Fig. 63. Körperchen in der hellen gerinnbaren Blutflüſſigkeit, welche nach Verletzung des Herzens des Flußkrebſes hervortreten.

Fig. 64. Auf den Nervenfaſern des Blutſtranges aufliegende Körperchen, wahrſcheinlich Blutkörperchen.

Fig. 65. Körperchen aus der Thymusdrüſe des oben erwähnten 2½″ langen Schafembryo.

Fig. 66. Eine Verzweigung der Bronchialgänge der Lungen mit ihrem Blaſtem.

Fig. 67. Eine ähnliche mit einem Nebenbläschen, deſſen Höhle ſcheinbar abgeſchloſſen iſt.

Fig. 68. Bronchialverzweigungen nach Behandlung mit kauſtiſchem Kali.

Fig. 69. Körnchenſchicht der Netzhaut eines 18jährigen Jünglings mit Eſſigſäure behandelt. a. Die dann mehrfachen Nuclei. b. Deren umgebende Zellen. c. Die hellen Kugeln. d. e. Einzelne mit Kernen.

Fig. 70. Samenkanälchen eines jungen Kaninchens.

Fig. 71. Harnkanälchen aus demſelben mit Weinſteinſäure behandelt.

Fig. 72. Feiner Querdurchſchnitt aus dem oberflächlichen Theile der Lunge deſſelben mit Darſtellung der der Begrenzungsſchicht dicht anliegenden Faſern der Mittelhaut der Lungenbläschen.

Fig. 73. Muskelfaſern aus dem Gallenausführungsgange deſſelben. a. Die Faſern in ihrem natürlichen Zuſammenhange. b. Einzelne am Rande hervorſtehende Faſern. c. d. Solche Muskelfaſern etwas ſtärker vergrößert.

Fig. 74. Senkrechter Durchſchnitt der Haut über dem Naſenflügel eines jungen Mannes mit Eſſigſäure behandelt. a. Der einfache Sack, welcher durch Fettabſonderung einen ſogenannten Miteſſer erzeugt.

Fig. 75. a. bis m. Leberzellen aus der Leber einer erwachſenen Frau.

Fig. 76. Während der noch beſtehenden Reizbarkeit durchſchnittene Muskelfaſern des Oberſchenkels eines Froſches.

Fig. 77. a. bis f. Verſchiedene Durchſchnitte der Muskelfaſern des Schwanzes einer extremitätenloſen Kaulquappe.

Fig. 78. Muskelfaſern der hintern Extremität eines jungen Fröſchchens, die ſich zum Theil durch Zerreißung in ihren Scheiden zurückgezogen haben.

Fig. 79. Querdurchſchnitte derſelben Muskelfaſern.

Fig. 80. Mit Eſſigſäure behandelte Muskelfaſern des Rindfleiſches.

Fig. 81. a. b. Verſchiedene ſtarke Vergrößerungen anderer mit Eſſigſäure behandelter Faſern der Art. c. Dieſelben nach Einwirkung von Weinſteinſäure.

Fig. 82. Einfache Muskelfaſern der Mittelhaut des Triton mit Eſſig-

ſäure behandelt und mit einzelnen losgelöſten Kernbildungen. a. Ein von einer Zelle umgebener Kern. b. Zwei an einander gefügte Kerne.

Fig. 83. Knorpelſubſtanz des unterſten noch nicht verknöcherten Theiles des Femur eines 6monatlichen Fötus.

Fig. 84. Knorpelſubſtanz aus der Nähe der Oberfläche des ober Gelenkknorpels des Astragalus eines alten Mannes.

Fig. 85. Einzelne Knorpelkörpergruppen. a. b. c. Aus dem Rippenknorpel. d. e. f. g. Aus dem zu Fig. 84. gebrauchten Knorpel.

Fig. 86. Längenſchliff aus dem Oberſchenkelknochen des Pferdes. a. Ein Markkanälchen. b. Knochenkörperchen. c. Kalkführende Strahlen. d. Netz derſelben in der Nähe des Markkanales.

Fig. 87. Querſchliff des Oberſchenkelknochens des Menſchen mit durchſchnittenem Markkanale, den concentriſchen Knochenlamellen, den Knochenkörperchen und den kalkführenden Strahlen.

Fig. 88. Zahnröhrchen der ächten Zahnſubſtanz des Eckzahnes eines erwachſenen Menſchen.

Fig. 89. Cämentſubſtanz ebendaher.

Fig. 90. Kleine Schlagader aus dem Eierſtocksgekröſe eines brünſtigen Froſches.

Fig. 91. Zellen aus dem ausgedrückten Safte der Schilddrüſe des Hundes.

Fig. 92. Elaſtiſche Faſern aus dem Nackenbande des Rindes.

Fig. 93. Capillargefäß aus dem Hinterfuße eines 8tägigen Hühnerembryo.

Fig. 94. Körperchen aus dem intenſiver roth gefärbten Chylus des Milchbruſtganges des Hundes.

Fig. 95. Gallertiges Umhüllungsgewebe an der Außenfläche des Vorhofes des Froſches. a. b. In Spaltung begriffene Kerne. c. d. Umhüllungsgebilde in Form von Faſerfragmenten.

Fig. 96. Kugeln aus dem rotirenden Safte der ſogenannten Hodenbläschen des Blutegels. a. Eine freie und b. eine von einem Samenfadenbündel umgebene Kugel.

Gewebe

(in pathologiſcher Hinſicht).

Die Gewebe, als die feinſten Elementartheile des thieriſchen und menſchlichen Körpers, nehmen natürlich an allen den verſchiedenen Krankheiten deſſelben mehr oder weniger Antheil. Ja, die Gewebe im weitern Sinne des Wortes, wo man auch die mit organiſirten Theilen verſehenen Flüſſigkeiten des Körpers mit darunter begreift, ſind in der Mehrzahl der Fälle der ausſchließliche Boden, auf dem die Krankheitsproceſſe ihre Rollen ſpielen, und erleiden dabei in ihren Lebensäußerungen ſowohl als in ihren morphologiſchen Verhältniſſen mehr oder weniger bedeutende Veränderungen. Dieſe Veränderungen zeigen die größte Mannigfaltigkeit nach dem Geſichtspunkte, von dem aus man ſie betrachtet; ſie ſtellen ſich anders dar, wenn man mehr das pathologiſche Moment ins Auge faßt, ihren Einfluß auf den ganzen übrigen Körper, auf Leben und Geſundheit, — anders, wenn man die Veränderungen für ſich betrachtet, ohne auf ihre Folgen Rückſicht zu nehmen, alſo ihre Eigenſchaften erforſcht, ihre Entſtehung, die Art der Abweichung vom normalen Verhalten. Die erſtere Betrachtungsweiſe iſt freilich lockender und verſpricht mehr Vortheile für die ärztliche Praxis, aber ſie iſt auch unendlich ſchwieriger und vielen Täuſchungen ausgeſetzt, denn ſie gründet ſich nur auf eine Vergleichung der oft unvollkommen beobachteten oder undeutlich ausgeſprochenen Erſcheinungen während des Lebens mit den nach dem Tode gefundenen Veränderungen. Die zweite Methode iſt ſicherer, ja, ihre Reſultate haben eine poſitive Gültigkeit, da ſie aus der unmittelbaren Beobachtung durch die freien oder bewaffneten Sinneswerkzeuge hervorgehen. Sie iſt zwar zunächſt weniger praktiſch wichtig, liefert aber die nothwendige Grundlage für weitere wiſſenſchaftliche Forſchungen. Ich werde daher im Folgenden vorzüglich auf die von ihr gewonnenen Reſultate Rückſicht nehmen.

Die pathologiſchen Veränderungen der thieriſchen Gewebe, ſo weit ſie ſich durch die unmittelbare Beobachtung nachweiſen laſſen, ſchließen ſich eng an die Zuſtände an, welche man unter dem abſtracten Begriff der Krankheit zuſammenfaßt; ſie ſind, wie dieſe, ſehr verſchiedener Art. Sieht man auf die einzelnen Erſcheinungen, welche den Symptomencomplex der verſchiedenſten concreten Krankheitsfälle bilden, ſo findet man, daß ſich *drei Hauptgruppen* derſelben unterſcheiden laſſen, deren einzelne Formen uns aber in den meiſten Erkrankungsfällen nicht geſondert, ſondern mit und neben einander entgegentreten. Dieſe drei Hauptgruppen, freilich, wie unſere meiſten Diſtinctionen mehr künſtliche Trennungen als natürliche Gruppirungen der Krankheitsglieder, ſind folgende:

1) Aenderungen in der *Function*, den phyſiologiſchen Lebensäußerungen der ergriffenen Theile, mit oder ohne nachweisbare materielle, d. h. chemiſche oder morphologiſche Veränderungen; — ſogenannte *dynamiſche* Abweichungen von dem normalen Verhalten. Man beobachtet ſie um ſo häufiger, je höher die phyſiologiſche Dignität eines Gewebes, je deutlicher ſeine Lebensäuße-

rungen; daher findet man ſie bei weitem am häufigſten im Bereich des Nervenſyſtemes und ſelten oder nie bei Geweben mit ſehr ſchwachen oder gar nicht wahrnehmbaren Lebensäußerungen, wie bei den Knorpeln, den Haaren, Nägeln, der Oberhaut.

2) Veränderung in der chemiſchen Miſchung der Körperbeſtandtheile. Sie ſind am häufigſten und augenfälligſten in den flüſſigen Elementartheilen des Körpers, im Blute, den Secretions- und Excretionsflüſſigkeiten, kommen aber auch in den feſten Körpertheilen oft genug vor.

3) Veränderungen in der Form der Gewebetheile, welche ſchon mit freiem Auge, in den meiſten Fällen aber erſt mit bewaffnetem Auge, durch das Mikroſkop erkannt werden können — morphologiſche Abweichungen vom normalen Verhalten.

Dieſe drei genannten Arten von Veränderungen der Gewebe ſchließen ſich aber, wie ſchon erwähnt, nicht etwa einander aus, ſie kommen oft, ja gewöhnlich, gleichzeitig mit einander vor, wobei ſie ſich entweder gegenſeitig bedingen, oder alle zuſammen von einer gemeinſchaftlichen äußern Urſache hervorgerufen werden.

Unſere Kenntniſſe von dieſen Veränderungen ſind noch ziemlich mangelhaft und ſehr ungleich. Am beſten kennt man noch die morphologiſchen Abweichungen der Gewebe, viel weniger die chemiſchen und functionellen. Daher ſoll auch bei der folgenden Darſtellung die Veränderung des morphologiſchen Verhaltens die Grundlage bilden, und die Veränderungen der übrigen Verhältniſſe, ſo weit ſie bekannt ſind, ſich jenem an den einzelnen betreffenden Stellen anſchließen. Wir ſind eben dadurch genöthigt, zur leichtern Ueberſicht der verſchiedenen Veränderungen eine andere, gemiſchte, mehr empiriſche Eintheilung zum Grunde zu legen.

Die pathologiſche Veränderung der einzelnen Gewebe kann beſtehen in einer Zerſtörung und Auflöſung, einem Schwinden, Verkümmern derſelben.

Sie kann ſich ferner äußern in einer Veränderung ihrer phyſikaliſchen Eigenſchaften, ihres Feſtigkeitsgrades, ihrer Farbe.

Sie kann ſich manifeſtiren als ein Aufgeben des individuellen Charakters, ſo daß ein ſpecielles Gewebe ſeine charakteriſtiſchen Eigenſchaften durchaus verliert, und in ein anderes Gewebe übergeht, in daſſelbe umgewandelt wird.

Endlich kann es geſchehen, daß durch pathologiſche Vorgänge neue, vorher nicht vorhandene Gewebetheile gebildet werden, welche zu den älteren früher vorhandenen in verſchiedene Beziehungen treten, ſich entweder an dieſelben anſchließen, mit ihnen weiterwachſen und zu bleibenden Theilen des Körpers werden, oder ſich zwiſchen die urſprünglichen Gewebetheile einſchiebend, ſie auf verſchiedene Weiſe beeinträchtigen, ja verdrängen und zerſtören — eigentliche pathologiſche Gewebe.

Wir betrachten dieſe letzteren zuerſt, da ſie nicht nur die wichtigſten ſind, ſondern auch ihre Entſtehung und weiteren Schickſale für die Geneſis der übrigen Veränderungen wichtige Aufſchlüſſe liefern.

I. Pathologiſch neugebildete Gewebe.

Was hierunter im Allgemeinen zu verſtehen, geht aus dem Obigen hervor und wird durch das Folgende noch deutlicher werden. Die hierher gehörigen

Gebilde zerfallen in zwei große Gruppen, in organiſirte und nicht organiſirte Neubildungen. Beide unterſcheiden ſich nicht nur im ausgebildeten Zuſtande, ſondern auch ſchon durch die Art ihrer Entſtehung und die Geſetze, nach welchen dieſelbe vor ſich geht.

A. nicht organiſirte Neubildungen.

Sie ſind charakteriſirt durch einen verwaltenden Gehalt an unorganiſchen Beſtandtheilen, ihnen fehlt die eigentliche organiſche Structur, ſie beſtehen vorzugsweiſe aus Kryſtallen, kryſtalliniſchen Maſſen oder unorganiſchen Niederſchlägen und folgen bei ihrer Entſtehung mehr rein chemiſchen Geſetzen, als denen, welche der organiſchen Entwickelung zum Grunde liegen. Man nennt ſie thieriſche Concretionen, Concremente, einige von ihnen wohl auch, wiewohl fälſchlich, Verknöcherungen, da ſie den Knochen zwar an Härte und Feſtigkeit, ſo wie durch ihren reichen Gehalt an unorganiſchen Beſtandtheilen, namentlich Kalkſalzen, gleichen, ſich aber durch den Mangel der organiſchen Structur, welche die Knochen beſitzen, weſentlich von ihnen unterſcheiden. Doch giebt es auch wirkliche pathologiſche Verknöcherungen, wo die neugebildete Subſtanz alle Eigenſchaften des organiſirten Knochengewebes an ſich trägt; von dieſen wird ſpäter, bei der Neubildung von Knochenſubſtanz, die Rede ſein.

Die thieriſchen Concretionen zerfallen wieder in zwei große Gruppen, welche ſich unterſcheiden durch die Art, wie und den Ort, wo ſie ſich bilden. Die einen finden ſich in natürlichen Höhlen des Körpers und entſtehen als Niederſchläge aus den thieriſchen Secretions- und Excretionsflüſſigkeiten, namentlich dem Harn, dem Speichel, der Galle. Die andere Art bildet ſich auf eine etwas verſchiedene Weiſe im Parenchym der Organe, zwiſchen den Elementartheilen der Gewebe.

Die Concretionen der erſten Art, welche ſich aus den thieriſchen Flüſſigkeiten niederſchlagen, ſind in der Regel vollkommen iſolirt, ohne Zuſammenhang mit den umgebenden Theilen, gewöhnlich hart und von mineraliſchem oder unorganiſchem Gefüge, man nennt ſie daher gewöhnlich Steine, wiewohl manche von ihnen nur eine geringe Conſiſtenz haben und, wenigſtens im friſchen Zuſtande, eine weiche, wachsähnliche Maſſe bilden, die ſich mit den Fingern kneten läßt; ſo manche Gallenſteine. Die nächſte Urſache der Bildung dieſer Steine iſt wohl immer eine chemiſche und mechaniſche, wenn gleich der letzte Grund in einer in den meiſten Fällen noch unbekannten Veränderung der allgemeinen Bildungs- und Ernährungsgeſetze des menſchlichen Körpers geſucht werden muß. Sie entſtehen im Allgemeinen durch eine Anhäufung und Vereinigung der nach chemiſchen Geſetzen aus den verſchiedenen Körperflüſſigkeiten ſich bildenden Niederſchläge; andere, deren Entſtehung auf anderen Urſachen beruhet, vergrößern ſich wenigſtens auf die oben angegebene Weiſe. Die chemiſchen Urſachen, welche die Bildung ſolcher Concretionen oder die Vergrößerung bereits gebildeter veranlaſſen, ſind von verſchiedener Art. Gegenwärtig laſſen ſich erfahrungsgemäß die folgenden aufſtellen:

1) Faſt alle Körperflüſſigkeiten, namentlich die als Secreta und Excreta auftretenden, enthalten Stoffe in Auflöſung, welche an ſich in dieſer Flüſſigkeit gar nicht oder ſehr ſchwer löslich, in ihnen nur ſehr locker gebunden ſind, daher nach dem Erkalten dieſer Flüſſigkeiten ſehr bald, bei längerm Verweilen derſelben im Körper wenigſtens nach einiger Zeit von ſelbſt aus ihnen niederfallen. Dies gilt z. B. von einem großen Theile der im Urin enthaltenen Harnſäure, von dem Gehalte der Galle an Gallenfett und Farbeſtoffen, von dem phosphor-

ſauren Kalk in denjenigen Körperflüſſigkeiten, welche im Normalzuſtande alkaliſch reagiren. Von den meiſten dieſer Stoffe wiſſen wir nicht genau, an welche Bedingungen ihre Auflöslichkeit geknüpft iſt, doch lehrt uns die Erfahrung, daß die Urſachen, welche die Auflöſung bewirken, ſehr wenig Energie haben müſſen, da jene Stoffe ſo leicht, oft ohne Einwirkung äußerer Einflüſſe, ohne beſtimmt nachweisbare Urſachen aus ihren Auflöſungen niederfallen. Iſt nun eine Körperflüſſigkeit aus irgend einem Grunde reicher als gewöhnlich an ſolchen Beſtandtheilen, oder wird ſie durch mechaniſche Veranlaſſungen länger als gewöhnlich in ihren natürlichen Behältern im Körper zurückgehalten, ſo ſcheiden ſich jene Stoffe ganz oder theilweiſe aus, ſie fallen im feſten Zuſtande nieder und können, namentlich bei öfterer Wiederholung dieſes Vorganges und bei gleichzeitiger Anweſenheit anderer, ſpäter zu erwähnender Umſtände, zur Bildung von Concretionen Veranlaſſung geben. Auf dieſe Weiſe entſtehen wahrſcheinlich die aus Harnſäure beſtehenden Harnſteine, ferner die meiſten Gallenſteine.

2) Manche Subſtanzen ſind in den Körperflüſſigkeiten nur ſo lange auflöslich, als gewiſſe Bedingungen zugegen ſind; ſobald dieſe aufhören, ſind ſie nach chemiſchen Geſetzen nicht länger auflöslich, ſondern ſcheiden ſich im feſten Zuſtande aus und fallen nieder. So iſt der phosphorſaure Kalk in alkaliſchen Flüſſigkeiten unlöslich. Wird daher der ihn in Auflöſung enthaltende Urin aus irgend einem Grunde, z. B. durch den Genuß pflanzenſaurer Alkalien, durch beigemiſchtes Blutſerum oder Eiter alkaliſch, ſo bleibt der phosphorſaure Kalk nicht länger im Urin auflöslich, ſondern ſcheidet ſich aus und fällt nieder. Aehnlich verhält es ſich mit der in allen thieriſchen Flüſſigkeiten vorkommenden phosphorſauren Magneſia. Sie iſt als ſolche in wäſſerigen Flüſſigkeiten leicht löslich. Sobald aber aus irgend einem Grunde Ammoniak mit dieſer Auflöſung in Berührung kommt, ſo bildet ſich phosphorſaure Ammoniakmagneſia, welche nun nicht mehr in der alkaliſchen Flüſſigkeit löslich iſt, ſondern ſich im kryſtalliniſchen Zuſtande ausſcheidet. Auf dieſe Weiſe bilden ſich die aus phosphorſaurem Kalk oder phosphorſaurer Ammoniakmagneſia beſtehenden Harnſteine. Hier iſt alſo nicht, wie im erſten Falle, die Quantität gewiſſer in einer Flüſſigkeit aufgelöſ'ten Stoffe vermehrt, ſondern die chemiſche Qualität der Flüſſigkeit ſelbſt verändert.

3) Bisweilen treten in den thieriſchen Excretionsflüſſigkeiten ungewöhnliche Beſtandtheile auf, die man im Normalzuſtande in ihnen gar nicht findet, und die, weil ſie ihrer Natur nach in jenen Flüſſigkeiten unlöslich ſind, ſich ſogleich nach ihrer Abſonderung aus ihnen niederſchlagen. Sie können, ſich zuſammenhäufend, zur Bildung von Concretionen Veranlaſſung geben. Auf dieſe Weiſe entſtehen die Harnſteine aus oxalſaurem Kalk, Cyſtin, harniger Säure. Hierbei iſt aber noch Manches räthſelhaft, denn jene Stoffe müſſen im Momente ihrer Abſonderung und vorher jedenfalls in den Körperflüſſigkeiten aufgelöſ't ſein, ſonſt konnten ſie ja nicht durch die Nieren aus dem Blute ausgeſchieden und dem Urin beigemengt werden. Welche Mittel aber die Natur anwendet, um dieſe vorgängige Auflöſung zu Stande zu bringen und warum dieſe Stoffe gleich darauf wieder unauflöslich werden, iſt ganz unbekannt; man müßte denn annehmen, daß ſie ſich erſt im Moment ihrer Abſonderung aus anderen Stoffen neu bilden, was aber von manchen dieſer Subſtanzen, z. B. vom oxalſauren Kalk, der ſich nach dem Genuß von oxalſäurehaltigen Pflanzen im Urin findet, unwahrſcheinlich iſt.

Die bisher genannten Urſachen der Bildung von Concretionen waren mehr chemiſcher Natur, zu ihnen kommt aber

4) gewöhnlich noch eine mechaniſche hinzu. Denn ſehr häufig enthalten die Excretionsflüſſigkeiten ſogleich nach ihrer Entleerung, z. B. der friſchgelaſſene Urin kleine Quantitäten von Niederſchlägen aus harnſaurem Ammoniak, Harnſäure, phosphorſaurem Kalk, ſelbſt von oxalſaurem Kalk, welche durch einen der oben angeführten Gründe veranlaßt ſind, ohne daß ſich darum gerade Concretionen bilden. Der ausfließende Urin reißt dieſe in ihm ſuspendirten oder auch zu Boden gefallenen Theilchen mit ſich fort und ſie werden ſo mit ausgeleert, ohne daß ſie ſich zu größeren Concretionen vereinigen können. Sind aber die natürlichen Behälter dieſer Flüſſigkeiten, z. B. die Urinblaſe, ſehr mit Schleim erfüllt, oder befinden ſich in ihnen fremde Körper, ſo bleiben dieſe oft ſchon in ganz normalen Flüſſigkeiten auftretenden Niederſchläge an denſelben hängen, werden daher nicht mehr mit ausgeleert und bilden ſo, ſich allmälig anhäufend und durch Schleim verbunden, Concretionen. Deshalb veranlaſſen in ſolchen Höhlen befindliche fremde Körper doppelt leicht die Erzeugung von Concretionen. Sie bilden ſelbſt Anhaltspunkte für die Harnniederſchläge, bewirken durch ihren Reiz eine vermehrte Schleimabſonderung und machen die Secretion (durch veranlaßte Abſonderung von Eiter und Blutſerum) alkaliſch. Daher bilden ſich um fremde Körper in der Blaſe oder im Darmkanal faſt immer Concretionen von phosphorſaurem Kalk und phosphorſaurer Ammoniakmagneſia. Auch die Incruſtationen der längere Zeit in der Vagina verweilenden Peſarien liefern hiervon ein Beiſpiel.

Dies ſind die bis jetzt mit einiger Sicherheit gekannten nächſten Urſachen, welche der Bildung von Concretionen in thieriſchen Flüſſigkeiten zu Grunde liegen. Sie ſind chemiſcher Natur, hängen aber freilich in den meiſten Fällen ſelbſt wieder von anderen, zum Theil noch unbekannten, Veränderungen der phyſiologiſchen Functionen ab.

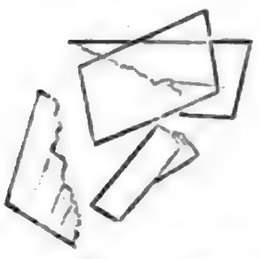
Die gebildeten Niederſchläge ſind theils kryſtalliniſch, theils amorph, d. h. ſie bilden, mikroſkopiſch unterſucht, eine unbeſtimmte, feinkörnige Maſſe, an deren Elementen man auch bei Anwendung der ſtärkſten Vergrößerungen keine deutlich kryſtalliniſche Structur wahrnehmen kann. In manchen Fällen erſcheinen ſie als Incruſtationen von feſten Körpern, die ſich zufällig in der Flüſſigkeit befinden, aus welcher ſie ſich ausgeſchieden haben. So findet man in Urinſedimenten nicht ſelten abgeſtoßene Epithelialzellen mit einem Ueberzuge von phosphorſaurem Kalk oder harnſaurem Ammoniak. Der Ueberzug verdeckt oft den eingeſchloſſenen Körper vollſtändig und man wundert ſich über die regelmäßige, ſcheinbar organiſche Form des Concrementes, bis ein Zuſatz von Säure, welcher den unorganiſchen Ueberzug auflöſ't und das formgebende Gebilde iſolirt zur Anſchauung bringt, das Räthſel löſ't.

Die einfachſte Form dieſer Concretionen bilden loſe, bald einzeln, bald in großen Maſſen vorkommende, wohl auch in Gruppen vereinigte Kryſtalle, gewöhnlich mikroſkopiſch, ſeltner ſchon dem unbewaffneten Auge ſichtbar, welche ſich in verſchiedenen Flüſſigkeiten oder zwiſchen den Elementartheilen der von ihnen durchtränkten Gewebe finden. Manche von dieſen Kryſtallen kommen ſchon im Normalzuſtande vor, ſo die von Ehrenberg zuerſt beſchriebenen Kryſtalle, welche man am Schädel und den Rückenwirbeln der Reptilien, an den Austrittsſtellen der Nerven beobachtet, die im Gehörorgane befindlichen Kryſtalle, der Hirnſand in der Zirbeldrüſe — die meiſten dagegen verdanken ihre Entſtehung abnormen Einflüſſen der oben genannten Art, ſie gehören daher zu den pathologiſchen Bildungen im weitern Sinne des Wortes, wenn gleich ihre Entſtehung und Anweſenheit ſich ſelten durch wahrnehmbare Erſcheinungen

von Krankſein kund giebt. Die häufigſten dieſer pathologiſchen Kryſtallbildungen ſind folgende:[1])

1) Kryſtalle von Cholеſtearin (Gallenfett — Fig. 1), farbloſe, rhombiſche Tafeln, oft treppenförmig, bisweilen mit abgerundeten Ecken, unregelmäßig, ausgefreſſen und wie macerirt erſcheinend. Sie löſen ſich nicht in Waſſer, Säuren und Alkalien, wohl aber in Alkohol und Aether. Ihr Vorkommen iſt ein ſehr häufiges; man findet ſie bald einzeln, bald in großer Anzahl in der Galle, im Meconium, in der hydropiſchen Flüſſigkeit, namentlich bei Hydrocele, in Hydatiden[2]), im Eiter, in den meiſten Balggeſchwülſten; aber auch im Innern von organiſirten pathologiſchen Bildungen, ſo im Markſchwamm, im Atherom der Aorta, beim Struma in der Glandula thyreoidea. Sie bilden ferner den Hauptbeſtandtheil der meiſten Gallenſteine.

Fig. 1.



2) Kryſtalle von Margarin und Margarinſäure (beide zeigen dieſelbe Kryſtallform). Farbloſe Nadeln, gewöhnlich zu Gruppen verbunden, die bald Sterne, bald Büſchel oder Garben bilden (Fig. 2), ſind unauflöslich in Waſſer, leicht löslich in Aether. Man findet ſie am häufigſten in den Fettzellen, bisweilen ſchon im Normalzuſtande, häufiger aber nach pathologiſchen Einflüſſen, vorzüglich in gangränöſen Theilen. Auch in pathologiſch neugebildetem Fettzellgewebe, in Lipomen erſcheinen ſie oft ſehr zahlreich, ſo daß ſie bisweilen alle Fettzellen erfüllen[3]).

Fig. 2.

3) Kryſtalle von phosphorſaurer Ammoniakmagneſia (Fig. 3). Ihre (hemiedriſche) Grundform iſt die dreiſeitige Säule mit Abſtumpfung beider der einen Seitenkante entſprechenden Ecken (Fig. 3 *a*); als Modificationen dieſer Form erſcheinen zwei weitere einander entſprechende Ecken abgeſtumpft (Fig. 3 *b*), oder es ſind auch die zwei noch übrigen Ecken abgeſtumpft (Fig. 3 *c*). Seltner zeigen dieſe Kryſtalle eine noch complicirtere Form[4]). Sie ſind unlöslich in Waſſer und alkaliſchen Flüſſigkeiten, löſen ſich aber ſehr leicht in Säuren. Dieſe Kryſtalle ſind außerordentlich häufig und bilden ſich aus dem oben angeführten Grunde überall, wo mit irgend einer Flüſſigkeit des thieriſchen Körpers freies Ammoniak in Berührung kommt. Bei Leichen und Theilen derſelben erſcheinen ſie mit beginnender Fäulniß in allen Geweben in großer Menge[5]). Auch im Stuhl finden ſie ſich faſt immer, namentlich in flüſſigen Stuhlentleerungen. Pathologiſch treten ſie vorzüglich im Urin auf, wenn dieſer aus irgend einem Grunde ammoniakaliſch geworden iſt.

Fig. 3.

---

[1]) Gluge Anatom. mikroſk. Unterſuch. Heft 1. 1838. beſchreibt deren S. 90. eine große Anzahl und giebt auf T. IV. und V. eine große Menge Abbildungen, jedoch ohne alle näheren Beſtimmungen ihrer Natur und chemiſchen Zuſammenſetzung.

[2]) Ich vermuthe, daß auch die von Gluge (a. a. O.) auf T. IV. unter Fig. 107 — 110 abgebildeten rechtwinklichen Kryſtallblättchen aus Hydatiden Cholеſtearinkryſtalle ſein ſollen. Wenigſtens habe ich in den vielen von mir unterſuchten Hydatiden nie rechtwinkliche Kryſtalltafeln, wohl aber immer rhombiſche Tafeln von Cholеſtearin gefunden.

[3]) Vgl. die Icones histol. path. T. 11.

[4]) Vgl. die Icones histol. path. T. 26. f. 5.

[5]) Vgl. Harriſon in Fricke u. Oppenh. Zeitſchr. 1836. Bd. 2. S. 510.

4) Kryſtalle von Harnſäure, im Urin vorkommend, bilden rhombiſche Tafeln, mit oder ohne Abrundung der ſtumpfen Seitenkanten, häufig zu roſettenartigen Gruppen vereinigt (Fig. 4). Oft ſind ſie durch Urinfarbeſtoff roth oder rothbraun gefärbt. Löſen ſich nicht in Waſſer und Säuren, wohl aber in Alkalien.

Fig. 4.

Dies ſind diejenigen Subſtanzen, welche in den thieriſchen Flüſſigkeiten, namentlich in denen des menſchlichen Körpers, am häufigſten als ausgebildete Kryſtalle vorkommen. Andere viel ſeltner erſcheinende Kryſtalle ſind: nadelförmige Kryſtalle von Cyſtin im Urin, oktaedriſche Kryſtalle von oxalſaurem Kalke ebendaſelbſt, vorzüglich nach dem Genuſſe von oxalſäurehaltigen Pflanzen; Kryſtalle von ſchwefelſaurer Magneſia im Stuhl nach dem innerlichen Gebrauche dieſes Mittels. Andere Subſtanzen, die ebenfalls häufig als pathologiſche Niederſchläge vorkommen, bilden mehr kryſtalliniſche Maſſen, ohne deutliche, charakteriſtiſche Kryſtallformen; ſo die Kalkſalze, namentlich der phosphorſaure Kalk. Noch andere, meiſt mikroſkopiſche, Kryſtalle erſcheinen erſt dann, wenn man thieriſche Flüſſigkeiten verdunſten läßt. Hieher gehören viele von Gluge beſchriebene Kryſtallformen.

Dieſe Kryſtalle ſind die Ausgangspunkte, gewiſſermaßen die früheſten Stadien und erſten Anfänge der eigentlichen Concretionen oder Steinbildungen, welche ſich durch eine bedeutendere Größe und ein in der Regel weniger deutliches kryſtalliniſches Gefüge von jenen unterſcheiden. Wir wollen hier nur die wichtigſten derſelben nach ihren chemiſchen und morphologiſchen Verhältniſſen kurz betrachten.[1])

1) Harnconcretionen, Harnſteine, bilden ſich als Niederſchläge aus den Beſtandtheilen des Harnes entweder primär aus einem der früher angeführten Gründe, oder ſecundär um einen fremden Körper (Schleim, geronnenes Blut, Faſerſtoffcoagula), der als Kern auftritt, in den Nieren, den Harnleitern, der Blaſe, der Harnröhre. Man unterſcheidet größere Harnconcretionen (Harnſteine) und kleinere, welche in großer Anzahl mit dem Urine ausgeleert werden (Harngries). Die chemiſchen Beſtandtheile, welche in ihre Zuſammenſetzung eingehen, ſind: Harnſäure, harnſaures Ammoniak, oxalſaurer Kalk (Maulbeerſteine), phosphorſaurer Kalk, phosphorſaure Ammoniakmagneſia, Cyſtin, Harnoxyd, kohlenſaurer Kalk, kohlenſaure Magneſia, Kieſelerde. Sie beſtehen bald nur aus einer dieſer Subſtanzen, bald aus mehreren, die oft in concentriſchen Schichten miteinander abwechſeln. Bald ſind ſie deutlich kryſtalliniſch, bald mehr erdig. Immer ſind neben dieſen Salzen auch indifferente organiſche Materien (Schleim) in größerer oder geringerer Menge zugegen, aber nie zeigen dieſe Concretionen eine organiſche Structur.

Verſchieden von den bisher betrachteten Harnſteinen ſind in Bezug auf ihre Bildung und Zuſammenſetzung die viel ſeltner beobachteten (Marcet), welche vorzugsweiſe aus organiſchen Beſtandtheilen indifferenter Natur, wahrſcheinlich aus Proteinverbindungen beſtehen. Man darf vermuthen, daß ſie aus Blut oder aus Faſerſtofferſudat entſtehen, welches durch einen pathologi-

---

[1]) Das Genauere, namentlich die chemiſche Zuſammenſetzung derſelben Betreffende ſiehe in folgenden Werken:
Berzelius, Lehrbuch der Chemie. 4te Aufl. Bd. 9.
Leop. Gmelin's Chemie. Bd. 2. Abth. 2.
Scharling, de chemicis calculorum rationibus. Hauniae 1839.
G. O. Rees, Anleitg. z. chem. Unterſ. des Bluts, Harnes u. d. Harnſteine. A. d. Engl. Leipzig. 1837.

ſchen Vorgang in die Harnwege gelangt, dort gerinnt und zu einer feſten Maſſe wird, die wegen ihrer Größe nicht ausgeleert werden kann, ſondern zurückbleibend eine Concretion bildet. Es wäre dann wohl dem Einfluß der umgebenden Körpertheile zuzuſchreiben, daß ſie ſich nicht, wie es außerhalb des Körpers der Fall ſein würde, zerſetzt und in Fäulniß übergeht. Genauere, mikroſkopiſche Unterſuchungen ſolcher Harnconcretionen fehlen, es iſt daher unbekannt, ob und bis zu welchem Grade ſie ſich organiſiren können. Ich hatte Gelegenheit, eine dieſen Harnconcretionen ähnliche Maſſe aus der Höhle der Gebärmutter einer Kuh zu unterſuchen. Die Maſſe hatte das Ausſehen und die Conſiſtenz von friſchem Käſe, war aber von intenſiv gelber Farbe und entwickelte einen penetranten Geruch, der an Butterſäure erinnerte. Unter dem Mikroſkope zeigte ſie eine deutliche, wiewohl unvollkommene Zellenbildung. Alkohol zog viel Fett aus und hinterließ die zurückbleibende Subſtanz ungefärbt. Dieſe gehörte ihrem chemiſchen Verhalten nach wahrſcheinlich zu den Proteinverbindungen.

Die in der menſchlichen Proſtata vorkommenden Concretionen ſind in der Regel durch ein ſehr deutliches kryſtalliniſches Gefüge ausgezeichnet. Sie finden ſich in den (gewöhnlich erweiterten) Gängen der Drüſe, ſind klein, oft polyedriſch und wie facettirt, gelblich braun, glänzend; ihre Bruchſtücke deutlich kryſtalliniſch.[1]) Sie beſtehen hauptſächlich aus phosphorſaurem Kalk.

2) *Speichelſteine*, Concretionen, die ſich in den Speicheldrüſen, vorzüglich in den Ausführungsgängen derſelben bilden. Sie ſind gewöhnlich von erdiger Beſchaffenheit, nicht kryſtalliniſch und beſtehen hauptſächlich aus phosphorſaurem und kohlenſaurem Kalk, durch thieriſche Materien verbunden, alſo aus Subſtanzen, welche durch die im Normalzuſtande alkaliſche Beſchaffenheit des Speichels aus demſelben gefällt werden. Doch ſind die eigentlichen Bedingungen ihrer Entſtehung noch unbekannt. Mit ihnen kommt der ſogenannte *Weinſtein* der Zähne in jeder Hinſicht überein. Er entſteht offenbar durch einen, nicht eigentlich pathologiſch zu nennenden Niederſchlag von Kalkſalzen aus dem Speichel, der nur an den übrigen Theilen der Mundhöhle deßwegen nicht deutlich wird, weil die davon überzogenen Epithelialzellen ſich im Normalzuſtande beſtändig abſtoßen und erneuern. Daß aber eine ſolche Incruſtation mit Kalkſalzen auch bei dieſen ſtattfindet zeigt der Zungenbeleg bei gaſtriſchen Krankheiten, wo man oft die in zuſammenhängenden Schichten ſich ablöſenden Epithelialzellen mit einem feinkörnigen Niederſchlage von Kalkſalzen bedeckt, ja überzogen findet.

3. *Gallenconcretionen*, *Gallenſteine*, finden ſich am häufigſten in der Gallenblaſe, ſeltner in den Gallengängen der Leber, noch ſeltner im Darmkanal, wohin ſie durch den Ductus choledochus gelangen. Sie zeigen ſehr verſchiedene phyſikaliſche Eigenſchaften: bald ſind ſie weich, einem ſteifen Teige oder weichem Wachſe ähnlich und laſſen ſich wie dieſes zwiſchen den Fingern kneten: dann zeigen ſie eine rothbraune Farbe mit vielen weißen Punkten und beſtehen mikroſkopiſch unterſucht aus einem mechaniſchen Gemenge von Choleſtearinkryſtallen und Farbeſtoffen der Galle[1]). Häufiger ſind ſie feſt, doch immer noch ſo weich, daß man ſie mit dem Meſſer ſchaben kann. Ihre Form iſt die runde, die elliptiſche, oder ſie werden, wenn viele zugegen ſind, durch gegenſeitige Abplattung eckig und polyedriſch. In Bezug auf ihre Farbe und ſonſtigen phyſikaliſchen Eigenſchaften unterſcheidet man: *kryſtalliniſche*, faſt

[1]) S. Icones histol. path. Taf. 23. Fig. 5.

[1]) S. Icones histol. pathol. Taf. 11. Fig. 5.

farblos, an den Kanten durchſcheinend, auf dem Bruch ſtrahlig; ſie beſtehen hauptſächlich aus Choleſtearin — dunkle Gallenſteine von dunkelbrauner oder grünſchwarzer Farbe und mehr erdigem Bruch, beſtehen hauptſächlich aus Gallenfarbeſtoff — nicht kryſtalliniſche Gallenſteine von ſeifenartigem Anſehen und concentriſch-ſchaligem Gefüge — Gallenſteine, die aus abwechſelnden weißen Schichten von Choleſtearin und dunkelgelben von Gallenfarbeſtoff beſtehen. Die beiden letzten Arten ſind die häufigſten. Die weſentlichen chemiſchen Beſtandtheile der menſchlichen Gallenſteine ſind Choleſtearin und Gallenfarbeſtoff mit etwas Schleim; dieſen ſind bisweilen noch Margarin und margarinſaure Salze, kohlenſaurer und phosphorſaurer Kalk in geringen Verhältniſſen beigemiſcht. Das quantitative Verhältniß dieſer verſchiedenen Subſtanzen zeigt ſich jedoch ſehr wechſelnd. In den Gallenſteinen der Thiere haben oft die letzteren Beſtandtheile das Uebergewicht über die erſteren. Alle dieſe Subſtanzen finden ſich bereits in der normalen Galle, aber in verhältnißmäßig geringer Quantität: unter gewiſſen Bedingungen, wahrſcheinlich wenn ihre Quantität pathologiſch vermehrt iſt oder wenn zugleich mechaniſche Verhältniſſe den Abfluß der Galle beſchränken oder verhindern, fallen dieſe nur locker gebundenen Stoffe nieder und bilden Concretionen. Dies ſcheint vor der Hand die wahrſcheinlichſte Erklärung von der Bildung der Gallenconcretionen.

4) Concretionen, welche ſich innerhalb des Darmkanals bilden, ſogenannte Magen- und Darm-Steine, ſind bei den meiſten Thieren ſehr häufig, beim Menſchen dagegen etwas ſeltner. Sie zeigen eine große Mannigfaltigkeit in Bezug auf chemiſche Zuſammenſetzung und morphologiſche Anordnung; ebenſo mannigfaltig iſt die Art ihrer Entſtehung, ſind es die Urſachen, denen man ihre Bildung zuſchreiben muß. Ihre Hauptarten ſind folgende: a. Darmconcretionen, welche hauptſächlich aus Kalk und Magneſiaſalzen, namentlich phosphorſaurem und kohlenſaurem Kalk beſtehen, zu denen bisweilen noch unverdaute Speiſereſte, vorzüglich Pflanzenzellen hinzukommen, haben gewöhnlich einen fremden Körper als Kern und ſind als chemiſche Niederſchläge aus den Darmflüſſigkeiten, als chemiſch-mechaniſche Incruſtationen von fremden, zufällig in den Darmkanal gekommenen Körpern zu betrachten. Beim Menſchen finden ſie ſich am häufigſten innerhalb des Processus vermiformis, offenbar aus mechaniſchen Gründen, weil ſich einmal gebildete Niederſchläge in dieſem engen, blind geendigten Kanal leichter anhäufen und zu Concretionen vereinigen können, als in dem eigentlichen Darmrohr, in welchem Niederſchläge ſowohl als fremde Körper, wenn ſie nicht ſehr groß ſind, durch die periſtaltiſche Bewegung des Darmes und den Druck ſeines Inhaltes nothwendig nach unten gedrängt und nach kurzer Zeit mit den Faeces ausgeleert werden. Dieſe Concretionen ſind entweder erdig, locker und porös, oder ſie beſtehen aus dünnen, concentriſch ſchaligen Schichten; ſeltner zeigen ſie ein mehr kryſtalliniſches Gefüge.

b. Darmconcretionen, welche hauptſächlich aus unverdaulichen Speiſereſten beſtehen, zeigen ſcheinbar einen organiſirten Bau, aber nur darum, weil ihre Beſtandtheile organiſchen Urſprungs ſind. Am häufigſten beſtehen ſie aus Pflanzenreſten, aus den unverdaulichen Holzfaſern der Speiſe, des Futters, ſo namentlich die häufigen Darmconcretionen der mit Kleien gefütterten Müllerpferde. Auch Haare gehen häufig in ihre Zuſammenſetzung ein, ja bilden oft das ganze Concrement, wie in den Haarballen (Aegagropilae) des Rindviehes, der Ziegen, Gemſen. Bei fleiſchfreſſenden Thieren findet man in ihnen auch unverdaute Reſte von Knochen, welche unter dem Mikroſkop noch ganz die Structur von mit Säuren behandelter Knochenſubſtanz zeigen, ſo in einem

von mir unterſuchten Concrement aus dem Maſtdarme eines Hundes. Die Entſtehung dieſer Concretionen beruht ohne Zweifel auf mechaniſchen Gründen, die genannten Speiſereſte, in ungewöhnlich großer Menge angehäuft oder ungewöhnlich lange im Darmkanal zurückgehalten, ballen ſich zuſammen und werden durch Niederſchläge von Kalk- und Magneſiaſalzen aus der Darmflüſſigkeit zu Concretionen verbunden. Daher ſchließen ſich dieſe Concremente beim Vorwalten der genannten Salze unmittelbar an die unter a. beſchriebenen an. Beim Menſchen ſind Concretionen dieſer Art ſeltner, haben aber bisweilen ganz merkwürdige Beſtandtheile; ſo beſtand ein von Jkin beſchriebenes [1]) Darmconcrement, das ſich bei einem 34jährigen Manne um einen Kirſchkern gebildet hatte, neben phosphorſaurem Kalk und phosphorſaurer Ammoniakmagneſia hauptſächlich aus Rhabarberfarben!

c. Darmconcretionen aus Fett, Fettſäuren und fettſauren Salzen (Laſſaigne, Robiquet). Ueber ihre Entſtehung iſt nichts bekannt; man kann nur vermuthen, daß ſie ſich aus zurückgehaltenem unverdauten Fett aus den genoſſenen Speiſen bilden, oder kann annehmen, die fettige Subſtanz, aus der ſie beſtehen, wurde vom Darmkanal abgeſondert. Doch ſcheint mir die letztere Annahme ſehr wenig Wahrſcheinlichkeit zu haben.

d. Darmconcretionen, welche aus Faſerſtoff beſtehen, kommen mit den aus Proteinverbindungen beſtehenden Harnſteinen in jeder Hinſicht überein und ſind, wie jene, wahrſcheinlich immer amorph oder zeigen höchſtens Spuren von Zellenbildung. Das Material zu ihrer Bildung liefert entweder geronnenes Blut oder Faſerſtofferſudat.

5. Neben den bisher genannten kommen noch in einigen anderen Flüſſigkeiten Concretionen vor, die aber weniger häufig und auch noch weniger bekannt ſind. So die Concretionen, welche ſich in den Thränendrüſen und Thränenkanälen bilden (Thränenſteine), beſtehen hauptſächlich aus phosphorſaurem Kalk und bilden ſich ohne Zweifel durch Niederſchläge aus der Thränenflüſſigkeit unter noch nicht hinlänglich bekannten Umſtänden. Aehnliche Concretionen bilden ſich bisweilen auch in der Naſenhöhle und den Kanälen der Bronchien, wahrſcheinlich Niederſchläge aus den natürlichen Flüſſigkeiten dieſer Kanäle.

Alle bisher betrachteten Concretionen (die aus Proteinverbindungen beſtehenden ausgenommen) bilden ſich aus den Secretions- und Excretions-Flüſſigkeiten des menſchlichen und thieriſchen Körpers; ihre Entſtehung läßt ſich zunächſt auf chemiſche und mechaniſche Urſachen, oder auf eine Combination von beiden zurückführen, wenn gleich die letzten Gründe ihres Auftretens meiſtens noch in Dunkel gehüllt ſind und in tiefer liegenden pathologiſchen Proceſſen geſucht werden müſſen. An ſie reihen ſich gewiſſe, nicht organiſirte Gebilde, deren Entſtehung auf der Bildung eines neuen, vorher gar nicht vorhandenen, erſt durch einen pathologiſchen Proceß hervorgerufenen Abſonderungsorganes beruht. Dies iſt der Fall bei den kryſtalliniſchen Maſſen von Choleſtearin, welche den Inhalt vieler Balggeſchwülſte bilden (ſ. das Nähere weiter unten bei den Balggeſchwülſten). Hieher gehören ferner die nicht ſeltenen Kalkablagerungen in den Hydatiden und in den elliptiſchen Bälgen, welche die Trichina spiralis umgeben.

Die zweite große Abtheilung der thieriſchen Concretionen begreift diejenigen, welche, im Gegenſatz zu den bisher betrachteten, nicht in Höhlen und Kanälen des Körpers, ſondern im Parenchym der Organe vorkommen und als

[1]) Fricke und Oppenh. Zeitſchr. 1836. S. 236. Valentin's Repertor. 1837 S. 118.

deren Bildungsmaterial nicht ſpecifiſche Flüſſigkeiten, ſondern das Blut oder richtiger die allgemeine Ernährungsflüſſigkeit betrachtet werden muß. Der Typus oder Modus ihrer Bildung kann ein doppelter ſein:

a. in dem Parenchym gewiſſer Organe, zwiſchen den unveränderten Elementartheilen ihres Gewebes, lagern ſich unmittelbar aus der allgemeinen Ernährungsflüſſigkeit gewiſſe, der Organiſation unfähige, Stoffe in kryſtalliniſcher oder nicht kryſtalliniſcher Form ab;

b. gewiſſe krankhafte Ablagerungen in das Parenchym von Organen, zwiſchen die Elementartheile ihres Gewebes, Ablagerungen, die ſich im Allgemeinen auf die Exſudation eines mehr oder weniger veränderten Blutplasma zurückführen laſſen, erleiden eine allmälige Umwandlung. Die thieriſche organiſationsfähige Materie derſelben wird verflüſſigt und reſorbirt, während die der Organiſation unfähigen Theile derſelben (Salze ꝛc.) zurückbleiben und Concretionen bilden. Dieſe können dann auf die unter a. beſchriebene Weiſe, durch unmittelbare Ablagerung von Salzen ꝛc. aus der allgemeinen Ernährungsflüſſigkeit, verſtärkt und vergrößert werden und ſo die beiden Bildungstypen ſich mit einander verbinden.

Alle Concretionen der Art haben mit Ausnahme einiger ſpäter zu betrachtenden eine ſehr große Aehnlichkeit in ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung und morphologiſchen Anordnung. Sie zeigen in einer oft vorherrſchenden, oft ganz zurücktretenden Grundlage von geronnenem Faſerſtoff Ablagerungen von phosphorſaurem Kalk, kohlenſaurem Kalk, phosphorſaurer Ammoniakmagneſia und kohlenſaurer Magneſia (daneben geringe Quantitäten anderer Salze) in ſehr verſchiedenen Verhältniſſen, mit Vorwalten des einen oder andern Beſtandtheiles. Doch zeigt ihre morphologiſche Anordnung bei Gleichheit des Principes vielfache Verſchiedenheiten im Einzelnen. Die aus Faſerſtoff oder überhaupt aus Proteinverbindungen beſtehende Grundlage iſt bald vollkommen amorph, bald zeigt ſie verſchiedene Stufen von Organiſation; die Salze ſind entweder amorph-körnig, oder mehr oder weniger deutlich kryſtalliniſch. Ebenſo iſt das Verhältniß dieſer Concretionen zu den Elementartheilen des Gewebes, in der ſie abgelagert ſind, ein verſchiedenes. Am häufigſten ſind ſie zwiſchen die hiſtologiſchen Elemente des letztern eingeſtreut, ihre Zwiſchenräume ausfüllend, und wenn ſie durch mechaniſche oder chemiſche Mittel entfernt ſind, bleibt das urſprüngliche Gewebe des Theiles in ſeiner normalen Beſchaffenheit allein übrig. Bisweilen bilden ſie Incruſtationen der normalen Gewebselemente und haben dann eine ſehr regelmäßige, ſcheinbar organiſche Form. So die Concretionen im Plexus choroideus der Hirnventrikel, welche aus ſehr regelmäßigen mikroſkopiſchen Kugeln beſtehen, ohne Zweifel incruſtirten organiſchen Zellen [1]). In ſeltenen Fällen zeigt die Maſſe der Concretion ſelbſt Spuren eines organiſchen Baues, ſie bildet gewiſſermaßen den Uebergang zu den pathologiſchen Neubildungen von wahrer Knochenſubſtanz und möchte als eine niedere Stufe von Knochenbildung, als ein unvollkommener Verſuch derſelben zu betrachten ſein [2]).

Die letzte Urſache der Entſtehung dieſer Concretionen iſt im Allgemeinen ſehr dunkel, wir wiſſen nicht, welche Gründe eine örtliche Ablagerung unauflöslicher Stoffe oder Salze aus der allgemeinen Ernährungsflüſſigkeit hervorrufen: ebenſo wenig wiſſen wir, wodurch es bewirkt wird, daß von einer ausgeſchiedenen Partie Blutplasma die bildungsfähigen Theile reſorbirt werden

---

[1]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 8.

[2]) Vgl. Valentin's Repertor. Bd. 1. S. 322 ff.

und die nichtbildungsfähigen, in den gewöhnlichen Körperflüſſigkeiten unauflöslichen, als Concretion zurückbleiben. Doch läßt ſich vermuthen, daß ein übermäßiger Gehalt des Blutes an ſolchen Salzen, wie er vielleicht krankhaft in verſchiedenen Lebensaltern und naturgemäß im hohen Alter vorkommt, die Bildung ſolcher Ablagerungen begünſtigt: indeſſen fehlen hierüber umfaſſende Unterſuchungen. Die Erfahrung lehrt ferner, daß alle krankhaften Vorgänge, welche eine örtlich vermehrte Exſudation von Blutplasma bedingen oder in ihrem Gefolge haben, auch die Bildung ſolcher Concretionen, auf die unter b. beſchriebene Weiſe veranlaſſen können. Dies gilt gewiß von der Entzündung, wo das durch ſie geſetzte Exſudat außer anderen, an einem andern Orte beſchriebenen Veränderungen (ſ. d. Artikel Entzündung) auch durch allmäliges Verſchwinden der Proteinverbindungen und Zurückbleiben oder vermehrte Ablagerung von Kalkſalzen in eine Concretion übergehen kann; es gilt ferner von den Tuberkeln, bei denen der Uebergang in Concretionen, ihre ſogenannte Verknöcherung, kein ungewöhnlicher Ausgang iſt (ſ. weiter unten bei den Tuberkeln). Aber dies ſind nur Andeutungen, Spuren, die uns vielleicht ſpäter der Wahrheit näher bringen: die letzte Bildungsurſache der Concretionen, die Urſachen und Bedingungen, warum in ſpeciellen Fällen gerade ſie und keine anderen pathologiſchen Neubildungen entſtehen, iſt ſo gut wie ganz unbekannt.

Concretionen der Art können ſo ziemlich in allen Theilen des Körpers vorkommen. Man hat ſie beobachtet in der Schilddrüſe, im Herzbeutel, in den Klappen des Herzens, in den Wandungen der Arterien, im Innern der Venen (Venenſteine), in der Lunge, den Bronchialdrüſen, in den verſchiedenſten Lymphdrüſen, im Ovarium, im Zellgewebe, in den Muskeln u. ſ. w. Ihre chemiſche Zuſammenſetzung und morphologiſche Anordnung iſt im Allgemeinen überall dieſelbe; ſie wechſelt nur in den oben angegebenen Grenzen. Wir wollen daher nur ein paar Fälle, als Typen dieſer Art, genauer beſchreiben:

Die Valvula mitralis im Herzen eines an Alveolarkrebs des Duodenum verſtorbenen Mannes war, wie man ſich gewöhnlich, aber fälſchlich ausdrückt, verknöchert, d. h. es hatte ſich in ihrem Innern eine feſte, ſteinige Concretion gebildet. Unter dem Mikroſkop erſchien die Maſſe des Concrementes als eine Ablagerung von farbloſen durchſichtigen Kryſtallen oder unbeſtimmt kryſtalliniſchen Partien in den Zwiſchenräumen der Membranen und Faſern, welche im Normalzuſtande die Klappe bildeten. Durch Salzſäure wurden die kryſtalliniſchen Partien des Concrementes unter Gasentwicklung aufgelöſ't [1]) und das nun deutlich erkennbare normale Gewebe der Valvula blieb allein übrig. — Concretionen in den Lungen, ſogenannte Lungenſteine, ſind von verſchiedener Größe, meiſt zackig und von unregelmäßiger Form, haben aber platte Oberflächen und liegen frei im Lungengewebe, ohne allen organiſchen Zuſammenhang mit demſelben. Unter dem Mikroſkop erſcheinen ſie als dunkle, amorphe körnige Maſſen: in Säuren löſen ſie ſich unter Gasentwicklung, und der Rückſtand, der membranös-amorph erſcheint, beſteht aus organiſcher Subſtanz [2]).

Dieſe Beſchreibungen paſſen auf die meiſten Concretionen der Art; nur einige derſelben machen eine Ausnahme von der Regel und verdienen eine beſondere Betrachtung:

Die ſogenannten atheromatöſen Ablagerungen in den Arterien, namentlich in der Aorta, unregelmäßige Schichten von gelblichweißer Farbe und geringer,

---

[1]) Eine Abbildung der hiſtologiſchen Anordnung eines ähnlichen Concrementes ſ. in Icones hist. path. Taf. 22. Fig. 8.

[2]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 15. Fig. 7.

faſt breiartiger Conſiſtenz, oft mit gleichzeitigen Kalkablagerungen verbunden, beſtehen weſentlich aus Ablagerungen von tafelförmigen Choleſtearinkryſtallen zwiſchen das elaſtiſche Gewebe jener Gefäße, vorzüglich zwiſchen die inneren Schichten derſelben. Die ſogenannten Gichtknoten, welche ſich bei Gichtkranken an den Extremitäten, beſonders in der Nähe der Gelenke, bilden, ſtellen im trocknen Zuſtande weiße, leichte, poröſe, dem Meerſchaum ähnliche Maſſen dar, deren Subſtanz hauptſächlich aus harnſaurem Natron beſteht. Hiſtologiſch unterſcheiden ſie ſich nicht von den übrigen Concrementen: wie dieſe werden ſie zuſammengeſetzt von feinkörnigen, ſeltner kryſtalliniſchen Maſſen, welche zwiſchen die unveränderten Elementartheile des urſprünglichen Gewebes eingeſchoben ſind.

B. Organiſirte oder organiſationsfähige pathologiſche Neubildungen. Sie unterſcheiden ſich weſentlich von den eben erwähnten nicht organiſirten Geweben. Dieſe letzteren ſind Kryſtalle und kryſtalliniſche Maſſen, oder, wenn ſie amorph, beſchränkt ſich ihre ganze Entwicklungsfähigkeit darauf, daß ſie aus jenem Zuſtande in den kryſtalliniſchen übergehen können; ſie beſtehen ferner größtentheils aus ſogenannten unorganiſchen Verbindungen, vorzugsweiſe aus Salzen, nur bisweilen ſind dieſen Salzen auch Proteinverbindungen beigemiſcht, aber damit machen ſie bereits den Uebergang zu den organiſirten oder organiſationsfähigen Geweben.

Dieſe hingegen ſind deutlich organiſirt, ähnlich den normalen Geweben des thieriſchen Körpers, und wo ſie nicht organiſirt, ſondern amorph erſcheinen, haben ſie wenigſtens die Fähigkeit nach beſtimmten Geſetzen der Entwicklung in organiſirte Gebilde überzugehen. Zu ihnen gehört bei weitem die Mehrzahl aller pathologiſchen Bildungen: Alles, was man mit dem Namen Geſchwülſte bezeichnet, die Hypertrophien, die von der Natur wiedererſetzten Theile verloren gegangener Gebilde, die Producte der Entzündung, der Eiter u. ſ. w.; doch verbinden ſie ſich, wie ſchon früher erwähnt wurde, nicht ſelten mit unorganiſirten Ablagerungen, indem beide aus derſelben Quelle hervorgehend, ſich mit einander miſchen.

Die einzelnen pathologiſch erzeugten Gewebe ſind unter einander ebenſo verſchieden, als die normalen Elementartheile des menſchlichen Körpers, aber die Grundgeſetze ihrer Entſtehung und Entwicklung und die Art, wie ſie ſich zu den normalen Geweben verhalten, ſind allen gemeinſam. Sie entſtehen nämlich alle aus einem amorphen Bildungsſtoff (Cytoblaſtem), nach den allgemeinen Geſetzen der organiſchen Entwicklung, nie durch Umwandlung eines bereits fertigen, ausgebildeten Gewebes (einige ſeltene, vielleicht nur ſcheinbare Ausnahmen von dieſem Geſetz werden wir ſpäter betrachten). Sie entſtehen ferner zwiſchen den bereits vorhandenen Elementartheilen der normalen Gewebe, ſind dieſen interponirt und ſchließen ſie ein. Ferner entſtehen ſie aus den allgemeinen Bildungsflüſſigkeiten und nicht aus ſpecifiſchen, ausſchließlich zu ihrer Erzeugung beſtimmten Stoffen.

Die hierher gehörigen pathologiſchen Bildungen theilen die allgemeinen Geſetze ihrer Entſtehung und Entwicklung mit den normalen Geweben, und dieſe ſind, ſo weit man aus den bisherigen Beobachtungen ſchließen darf, faſt in allen Fällen die der Zellentheorie. Ueberall iſt zuerſt ein einfacher Bildungsſtoff (Cytoblaſtem) vorhanden: in dieſem bilden ſich Zellenkerne (Cytoblaſten), und um dieſe entſtehen Zellen. Dieſe Entſtehung pathologiſcher Gewebe durch Zellenbildung läßt ſich in vielen Fällen mit Beſtimmtheit nachweiſen, ſo bei der Regeneration des Zellgewebes, beim Markſchwamm, beim Eiter. Bisweilen kann man ſich überzeugen, daß

die Zellenkerne zuerſt vorhanden ſind, und die Zellenwände ſich ſecundär um dieſelben herumbilden, ſo häufig an den Eiterkörperchen, am Tuberkel [1]). In manchen Fällen iſt mit der Entſtehung von Zellen und ihrer vollſtändigen Entwicklung das pathologiſche Gewebe vollendet, in der Regel aber erleiden dieſe zuerſtgebildeten (primären) Zellen noch weitere Veränderungen und es entſtehen aus ihnen Elementartheile, welche nichts mehr von der urſprünglichen Zellenform an ſich tragen. Gewöhnlich ſind es dann die Zellenwände, welche in bleibende Theile des Organismus übergehen, ſeltner erfahren die Zellenkerne eine weitere Entwicklung, und noch ſeltner entſtehen organiſirte pathologiſche Gewebe, deren Entwicklung ſich gar nicht auf eine Zellenbildung zurückführen läßt.

Dies iſt kurz zuſammengefaßt der weſentliche Vorgang bei der Entſtehung aller organiſirten pathologiſchen Bildungen. Einige Punkte dieſes Vorganges verdienen jedoch eine etwas genauere Betrachtung.

Vor Allem haben die Verhältniſſe des Cytoblaſtems, des Bildungsſtoffes pathologiſcher Gewebe eine große Wichtigkeit. Es drängen ſich uns hier ſogleich die Fragen auf: woher kommt das Cytoblaſtem pathologiſcher Bildungen? welche phyſikaliſche Eigenſchaften, welche chemiſche Zuſammenſetzung hat es, und durch welche Einflüſſe wird ſein Uebergang in die Entwicklung bedingt? Dieſe Fragen laſſen ſich nach unſeren gegenwärtigen Kenntniſſen zwar nicht genügend, aber doch wenigſtens einigermaßen beantworten.

Als Cytoblaſtem bei der normalen Ernährung und Gewebsbildung muß ohne Zweifel die allgemeine Ernährungsflüſſigkeit betrachtet werden. Dieſe hat ihre Quelle im Blute, kommt in ihrer quantitativen chemiſchen Zuſammenſetzung mit dem Plasma des letztern überein und durchtränkt alle Gewebe des Körpers, ſelbſt diejenigen, welche nicht unmittelbar von Blutgefäßen durchzogen werden (natürlich mit Ausnahme der Gebilde, welche nicht mehr wachſen, dem Stoffwechſel entzogen ſind, wie die äußerſten Schichten der Oberhaut, der Nägel und Haare). Dieſelbe allgemeine Ernährungsflüſſigkeit muß als das Cytoblaſtem von vielen pathologiſchen Bildungen betrachtet werden, namentlich bei jenen langſam entſtehenden, ohne alle Krankheitserſcheinung einhergehenden Hypertrophien einzelner Gewebe oder ganzer Organe, bei denen ſich ſo ſchwer beſtimmen läßt, wo das normale Verhalten aufhört und das Gebiet der Pathologie beginnt. In anderen Fällen läßt ſich das Cytoblaſtem pathologiſcher Bildungen mit Beſtimmtheit nachweiſen. So wiſſen wir namentlich, daß die bei Entzündungen aus den Gefäßen ausgetretene faſerſtoffhaltige Flüſſigkeit als Blaſtem der verſchiedenartigſten pathologiſchen Bildungen auftreten kann (vgl. den Artikel Entzündung). Unſere bisherigen Erfahrungen berechtigen uns aber zu dem Schluſſe, daß das Blaſtem aller pathologiſchen Bildungen in letzter Inſtanz immer aus dem Blute ſtammt. Was die Form und Beſchaffenheit des Cytoblaſtems betrifft, ſo iſt daſſelbe entweder flüſſig oder feſt. Flüſſige Cytoblaſteme pathologiſcher Bildungen treten uns am häufigſten entgegen und aus ſpäter anzuführenden Gründen folgt, daß auch die feſten Blaſteme früher flüſſig waren und in dieſem Zuſtande abgeſondert, erſt ſpäter feſt geworden ſind. Alle flüſſigen Cytoblaſteme, die bisher unterſucht wurden, enthielten ohne Ausnahme Proteinverbindungen: Flüſſigkeiten, die zwar andere thieriſche Stoffe, aber keine Proteinverbindungen enthalten, wie die meiſten Secrete, der

[1]) Vgl. die Icones histol. path. Taf. 3. Fig. 7. und Taf. 6. Fig. 1, 2. ff.

Urin, die Galle, können zwar als Bildungsmaterial für nicht organiſirte pathologiſche Bildungen (Concretionen), nie aber als Cytoblaſtem für organiſirte Gewebe auftreten. Erſt wenn ſich dem Urin Blutplasma beimiſcht, kann ſich in ihm Eiter bilden. Proteinverbindungen, namentlich flüſſiger Faſerſtoff, ſcheinen durchaus nothwendig für alle flüſſigen Cytoblaſteme, aus denen pathologiſche Neubildungen, welche zur Claſſe der organiſirten gehören, hervorgehen ſollen. Auch feſten Cytoblaſtemen begegnen wir nicht ſelten, namentlich bei den Ausgängen der Entzündung, beim Skirrhus, bei Tuberkeln. Sie ſind natürlich immer amorph, waren urſprünglich, bei ihrer Ablagerung, flüſſig, und ſind erſt ſpäter, aber ehe noch die Entwicklung in ihnen begann, feſt geworden, geronnen. Von den entzündlichen Exſudaten wiſſen wir, daß ſie aus geronnenem Faſerſtoff beſtehen. Die feſten Cytoblaſteme, welche bei Skirrhus und Tuberkeln vorkommen, ſtimmen in ihren morphologiſchen Eigenſchaften, in ihrem chemiſchen Verhalten gegen Reagentien vollkommen mit jenen überein, auch ſie beſtehen alſo wahrſcheinlich aus Faſerſtoff, wenigſtens aus einer geronnenen Proteinverbindung. Schwieriger iſt die Beantwortung der Frage, von welchen Urſachen die Entwicklung des Cytoblaſtems pathologiſcher Bildungen abhängt? Ich habe mich ſchon bei der Entzündung hierüber ausgeſprochen: was dort (S. 352 ff.) von der Entwicklung des entzündlichen Exſudats geſagt wurde, das gilt ebenſo von der Entwicklung aller organiſirten pathologiſchen Bildungen überhaupt. Die Entwicklungsfähigkeit (potentia) des Cytoblaſtems iſt eine ihm weſentlich zukommende Eigenſchaft, ſie liegt ſchon in ſeinem Begriffe und wird ihm nicht etwa durch äußere Einflüſſe erſt übertragen. Die wirkliche Entwicklung deſſelben, der Uebergang der potentia in den actus, iſt aber an äußere Bedingungen geknüpft und von ihnen abhängig. Dieſe Bedingungen ſind theils allgemeine, eine gewiſſe mittlere Temperatur, die Gegenwart von Feuchtigkeit und Sauerſtoff, theils beſondere, nämlich die fortdauernde Lebenskraft des ganzen Individuums und des Körpertheiles, in welchem ſich das Cytoblaſtem entwickelt. Eine andere Frage von beſonderer Wichtigkeit iſt die folgende. Hat ein beſtimmtes Cytoblaſtem nur überhaupt die Fähigkeit, ſich zu entwickeln, oder hat es die Tendenz, ſich zu einem beſtimmten Gewebe zu entwickeln, iſt alſo mit der Natur und chemiſchen Zuſammenſetzung eines Cytoblaſtems auch ſchon die Natur und Beſchaffenheit des entſtehenden Gewebes gegeben oder nicht? Dieſer Gegenſtand iſt natürlich für die Pathologie von der größten Wichtigkeit; denn wenn ſich nachweiſen ließe, daß ein beſtimmtes Cytoblaſtem von gewiſſen morphologiſchen und chemiſchen Eigenſchaften immer in Tuberkel, ein anderes von verſchiedener, aber ebenſo conſtanter Beſchaffenheit immer in Markſchwamm oder Skirrhus überginge, ſo wäre damit natürlich für die Kenntniß der Urſache, alſo auch für die Behandlung dieſer Krankheiten viel gewonnen. Mit Beſtimmtheit läßt ſich dieſe Frage gegenwärtig noch nicht beantworten, aber überwiegende Gründe ſprechen dafür, daß die Natur des ſpäter entſtehenden Gewebes nicht von der Beſchaffenheit des Cytoblaſtems abhängt, ſondern durch ſpäter hinzutretende äußere Einflüſſe bedingt wird. Ich konnte zwiſchen den Cytoblaſtemen von Tuberkeln, von Skirrhus, von Eiter, Zellgewebe u. ſ. w. nie einen morphologiſchen oder chemiſchen Unterſchied auffinden und die Erfahrungen bei der Entzündung beweiſen beſtimmt, daß Exſudat (Cytoblaſtem) von denſelben morphologiſchen und chemiſchen Eigenſchaften, aus derſelben Quelle herrührend unter verſchiedenen Verhältniſſen in die allerverſchiedenſten Gewebe übergehen kann. Auf die ſpecielle

Entwicklung des Cytoblaſtems üben aber, wie aus den bisherigen Erfahrungen hervorgeht, hauptſächlich zwei Umſtände einen ſehr merklichen Einfluß aus. Einmal iſt dies die Beſchaffenheit der Gewebe, welche das Cytoblaſtem umgeben. Bei ungeſchwächter Lebenskraft wird Cytoblaſtem zwiſchen Zellgewebe wieder zu Zellgewebe, zwiſchen organiſchen Muskelfaſern zu Muskelfaſern, in Berührung mit Knochen zu Knochenmaſſe u. ſ. w., ganz ſo wie es bei der normalen Ernährung der Fall iſt. Bei der Betrachtung der einzelnen pathologiſchen Gewebe wird die allgemeine Gültigkeit dieſes Geſetzes durch viele Beiſpiele nachgewieſen werden. Der zweite Umſtand, welcher auf die ſpecielle Entwicklung des Cytoblaſtems einen nachweisbaren Einfluß hat, iſt der Stand der Lebenskraft des ganzen Organismus, in welchem ein Cytoblaſtem ſich entwickelt. Bei geſchwächten und dyskraſiſchen Individuen wird daſſelbe Cytoblaſtem, welches bei normaler Lebenskraft zu normalen Geweben wird, in Pſeudoplasmen, in Tuberkeln, Skirrhus u. dgl. übergehen. Bei Typhus, Gangrän kommt ein Cytoblaſtem entweder gar nicht zur Entwicklung, oder dieſelbe bleibt ſehr unvollkommen. Dieſe Erfahrungen zeigen, daß man die ſogenannten Dyskraſien nicht, wie es ſo häufig geſchieht und wie der dafür gewählte Namen fälſchlich angiebt, aus einer chemiſchen Urſache, einer Abnormität in der Miſchung der Säfte, erklären kann, ſondern ſie auf tiefer liegende dynamiſche Störungen, wahrſcheinlich der Nervenkräfte, zurückführen muß.

Die weiteren Vorgänge bei der Entwicklung pathologiſcher Gewebe ſind ganz dieſelben, wie ſie die Entwicklungsgeſchichte der normalen Gewebe nachgewieſen hat. Gewöhnlich bilden ſich zuerſt in dem amorphen Cytoblaſtem Zellen und aus dieſen gehen ſpäter die ausgebildeten Gewebe hervor. Nicht nur im allgemeinen Typus ſtimmt aber der Entwicklungsproceß von Geweben, die ſich in Folge krankhafter Verhältniſſe bilden, mit dem der normalen Körperbeſtandtheile überein; dieſe Aehnlichkeit reicht vielmehr bis in die kleinſten Details. So entſteht z. B. Zellgewebe in heilenden Wunden, in Geſchwülſten ganz nach demſelben Typus, wie bei der erſten Bildung im Embryo, es entſteht aus Zellen, die ſich fadenartig verlängern oder, ſich in leiſtenförmigen Streifen abſchnürend, jede in ein Bündel von Faſern zerfallen; — bei Hypertrophien der Muskelhaut des Magens bilden ſich die neuen, pathologiſch hinzugekommenen Muskelfaſern ganz eben ſo, wie die früher vorhandenen normalen: verlängerte Zellen ſtoßen mit ihren Spitzen zuſammen, verſchmelzen und bilden ſo die einfachen, nicht quergeſtreiften Faſern, wie ſie die Muskelſubſtanz des Darmkanales, des Uterus charakteriſiren. Berückſichtigt man das Endreſultat dieſer Entwicklung, die aus ihr hervorgegangenen Gewebstheile, ſo zerfallen darnach alle organiſirten pathologiſchen Bildungen in mehrere große Gruppen:

1) Sie bilden Gewebe, die auch auf ihrer höchſten Entwicklungsſtufe nur aus iſolirten oder durch eine ſparſame amorphe Intercellularſubſtanz verbundenen Zellen beſtehen.

2) Sie zeigen, wiewohl aus Zellen hervorgegangen, nach ihrer vollſtändigen Entwicklung nichts mehr von der urſprünglichen Zellenform: die Zellen ſind in Faſern oder andere zuſammengeſetztere hiſtologiſche Elemente übergegangen.

3) Im ausgebildeten pathologiſchen Gewebe ſind Zellen und ſolche Elemente, welche aus einer Weiterentwicklung der urſprünglichen Zellenform hervorgehen, wie Faſern, Blutgefäße u. dgl. mit einander gemiſcht.

Alle unter 2) gehörigen Gewebe kommen in ihren Elementen mit denen

der normalen Gewebe entweder vollkommen überein oder haben wenigſtens mit ihnen die größte Aehnlichkeit. Sie werden auch wie dieſe ernährt, beharren, und ſtellen, einmal ausgebildet, meiſt bleibende Theile des Körpers dar. Daſſelbe gilt nur von einem kleinen Theil der zu 1) gehörigen pathologiſchen Gewebe. Faſt nur die durch pathologiſche Einflüſſe verloren gegangenen und wiedergebildeten Epithelien gehören hierher. Sie ſtellen Aggregate von Zellen dar, welche zu normalen Zwecken des Körpers dienen und erſt dann entfernt werden, wenn ſie, durch neue gleichartige Elemente erſetzt, ihre Functionen bereits erfüllt haben. Bei weitem die Mehrzahl der zu 1) und 3) gehörigen Gewebe zeigen ein anderes Verhalten, zu dem wir unter den normalen Geweben nur unvollkommene Analogien finden. Bei ihnen trennen ſich nämlich die Zellen, wenn ſie ihre vollkommene Ausbildung erreicht haben, ja oft ſchon früher, von einander, zerfallen und werden als dem Organismus fremd gewordene Materien, entweder nach außen entleert, was meiſt gewaltſam, auf Koſten der ſie umgebenden normalen Körpertheile geſchieht, — oder ſie werden zerſetzt, verwandeln ſich in eine ſtructurloſe, unbeſtimmt körnige, pulverige Maſſe, einen wahren organiſchen Detritus, der keiner weitern Organiſation fähig, allmälig von den Flüſſigkeiten des Körpers aufgelöſ't wird (ſo weit dies ſeiner chemiſchen Beſchaffenheit nach möglich iſt) und häufig gänzlich verſchwindet. Hierher gehören vor Allem der Eiter und die Körnchenzellen, deren Verhältniſſe ſchon im Artikel Entzündung ausführlich beſprochen worden, ferner alle ſogenannten bösartigen Geſchwülſte, deren letztes Schickſal nothwendig in einer Erweichung, einem Zerfallen beſteht, und die weiter unten noch ausführlicher betrachtet werden.

Bei allen dieſen pathologiſchen Gewebsbildungen iſt die morphologiſche Entwicklung immer auf das engſte mit einer chemiſchen Veränderung verknüpft. Schon mit der Bildung von Zellen in einem amorphen Cytoblaſtem hat das letztere eine chemiſche Differenzirung erlitten: die Zellenwände verhalten ſich gegen Reagentien anders, als die Zellenkerne. Je weiter die Entwicklung vorſchreitet, um ſo ausgeprägter wird auch die chemiſche Metamorphoſe, das ausgebildete Gewebe hat eine andere chemiſche Zuſammenſetzung, als das Cytoblaſtem, aus dem es hervorgegangen. Wenn ein Exſudat auf der Pleura z. B., das nachweisbar aus Faſerſtoff beſteht, ſich in eine Pſeudomembran umgewandelt hat, die aus Zellgewebefaſern zuſammengeſetzt iſt, ſo findet ſich in der letzteren kein Faſerſtoff mehr: er iſt in Leim übergegangen, hat aber vorher, ehe er dazu wurde, eine ebenſo große Menge von chemiſchen Metamorphoſen durchgemacht, wie man aus dem wechſelnden Verhalten gegen chemiſche Reagentien ſieht, als er während ſeiner Entwicklung morphologiſche Phaſen zu durchwandeln hatte. Dieſe chemiſchen Metamorphoſen kommen bei der Entwicklung aller Gewebe vor, ſie ſind jedoch bis jetzt nur unvollkommen bekannt.

Wir gehen nach dieſen allgemeinen Betrachtungen auf die ſpeciellen Gewebe über, ſo weit ſie der Pathologie anheimfallen. Man kann ſie, zur leichtern Ueberſicht in zwei Abtheilungen bringen, flüſſige und feſte pathologiſche Gewebe. Zu den flüſſigen gehören: die hydropiſche Flüſſigkeit (Hydrops serosus = Blutſerum und H. fibrinosus = Blutplasma), ferner Eiter und Körnchenzellen. Sie wurden, ſo weit ſie hierher gehören, ſchon in dem Artikel Entzündung betrachtet; wir beſchränken uns daher hier auf die feſten organiſirten Neubildungen.

So bald man dieſe näher in's Auge faßt, zeigt es ſich, wie wenig na-

türlich, wie gezwungen unsere meisten allgemein angenommenen medicinischen Eintheilungen und Bezeichungen sind. Es giebt durchaus keine bestimmte Grenze zwischen der normalen Ernährung und der sogenannten pathologischen Neubildung, beide sind oft in ihren Processen sowie in ihren Ursachen einander ganz analog, und es hängt nur von zufälligen Umständen ab, welchen der beiden Namen wir auf einen gewissen Vorgang anwenden. Man betrachtet bei dieser Beurtheilung ziemlich unlogisch als leitendes Princip bald die Ursache, bald die Folgen. Wenn die Armmuskeln eines Mannes, der seine Arme zu kräftigen Anstrengungen gebraucht, sich verstärken, wenn sie, mit ihrem frühern Zustande verglichen, an Dicke und ohne Zweifel auch an Zahl der sie zusammensetzenden Muskelprimitivbündel zugenommen haben, so sieht Niemand darin einen pathologischen Zustand, eine Hypertrophie der Armmuskeln, weil hier keine schlimmen Folgen, keine Functionsstörungen zugegen sind. Begegnet uns aber dieselbe Zunahme in der Muskelsubstanz des Herzens, wo sie von derselben Ursache abhängt, auf dieselbe Weise entsteht, wie im ersten Falle, dann ist dies keine normale Ernährung mehr, es ist vielmehr eine pathologische Neubildung, eine Hypertrophie, und zwar bloß deßhalb, weil sie nicht wie im ersten Falle unschädlich ist, sondern schlimme Folgen für die Gesundheit und das Leben nach sich zieht. Diese Unterscheidungen sind zwar teleologisch richtig, aber höchst unlogisch. Ganz ähnlich trennen wir Gewebe, die auf dieselbe Weise und nach denselben Gesetzen, ja an demselben Orte entstehen, die geradezu identisch sind, nach teleologischen Verschiedenheiten in ihren letzten Ursachen. Wenn sich bei der Schwangerschaft der Uterus mit einer Exsudatschichte überzieht, so giebt dies ein normales Gewebe: dasselbe Exsudat wird zu einer pathologischen Neubildung, wenn es seinen Ursprung einer Metritis verdankt, und doch ist es in beiden Fällen derselbe Faserstoff, der nach denselben Gesetzen aus demselben Blutplasma gerinnt, welches dieselben Gefäße nach denselben physiologischen Gesetzen exsudirt haben!

Es erhellt hieraus, daß es vorzugsweise der praktische Gesichtspunkt war, unter dem man bisher die Verhältnisse der Gewebe betrachtete, und daß man unter pathologischen Geweben einmal alle die begriff, welche in ihren Folgen für den Körper und dessen Gesundheit nachtheilig werden, andrerseits aber auch die, welche nur ihrer Ursache nach in das Gebiet der Pathologie gehören, indem sie in Folge von Wunden, von Substanzverlust entstehen und, indem sie den letztern ersetzen, dem Körper eher nützlich, als schädlich werden.

Diesem Eintheilungsprincip nach zerfallen die pathologischen Gewebe in folgende Abtheilungen (vgl. den Artikel Entzündung S. 350):

I. Gewebe, die als Wiedererſatz für verloren gegangene Körpertheile auftreten (Regeneration). Diese sind:

1) vollkommen gebildet; die neu entstandenen Theile gleichen in jeder Hinsicht, in ihren morphologischen, functionellen und chemischen Eigenschaften durchaus den verloren gegangenen Geweben, die sie ersetzen sollen.

2) Sie sind unvollkommen gebildet (Narben), gleichen den Geweben, zu deren Ersatz sie bestimmt sind, nicht in jeder Hinsicht. Es giebt aber verschiedene Arten von Narben; die Narbe ist bisweilen nur vorübergehend, besteht nur so lange, als das neue Gewebe in seiner Entwicklung begriffen ist. Mit der Vollendung der letzteren wird das neue Gewebe dem alten vollkommen gleich und die Narbe ist verschwunden. Oder die Narbe ist bleibend: die neuen Theile bleiben unentwickelt, halbamorph

oder sie bestehen vorzugsweise aus Elementen von niederer physiologischer Dignität, hauptsächlich aus Zellgewebe und die im normalen Zustande im zerstörten Theile vorhanden gewesenen zusammengesetzteren Elemente, Nerven, Blutgefäße, Muskelfasern, Drüsen ꝛc. ersetzen sich gar nicht, oder viel sparsamer als vorher — woraus folgt, daß der neue Theil die Functionen des früher vorhandenen nur unvollkommen erfüllen kann.

II. Gewebe, deren Elemente nicht als Ersatz früher vorhandener und verloren gegangener Körpertheile auftreten, die vielmehr geradezu die Masse der in einem Organe bereits vorhandenen histologischen Elemente vermehren.

Will man noch genauer distinguiren, so lassen sich die hierher gehörigen pathologischen Gewebe vom anatomischen Standpunkt aus in zwei weitere Abtheilungen bringen, die aber nicht streng geschieden sind, sondern nur die beiden Endpunkte einer zusammenhängenden Formationsreihe bilden:

1) die neugebildeten Theile bilden ein Continuum mit den früher vorhandenen, lassen sich anatomisch nicht von denselben trennen, das auf diese Weise veränderte Organ ist vergrößert, an Masse vermehrt — Hypertrophie. Die Hypertrophie ist eine wahre, vollkommene, wenn die neugebildeten Gewebselemente, welche zwischen die alten, normalen eingeschoben sind, diesen histologisch vollkommen gleichen, so daß man auch durch die mikroskopische Untersuchung nicht mehr bestimmen kann, welche Theile ursprünglich sind und welche neu hinzugekommen. Falsch ist dagegen die Hypertrophie oder unvollkommen, wenn zwar die neuen pathologischen Elemente auf's innigste mit den alten normalen gemischt sind, ihnen aber histologisch nicht vollkommen gleichen. Die Unvollkommenheit der Hypertrophie kann ebenso wie bei der Narbe eine bleibende sein, oder eine vorübergehende; im letztern Fall ist sie unvollkommen, so lange ihre Elemente noch nicht vollkommen entwickelt sind; mit der vollständigen Ausbildung derselben geht sie in eine wahre über.

2) Die neuerzeugten Theile sind nicht, wie in der Hypertrophie, mit den früher vorhandenen auf das innigste verschmolzen, bilden vielmehr gesonderte, oft mehr oder weniger abgegrenzte, selbstständige, durch das anatomische Messer isolirbare Partien. Man nennt sie dann gewöhnlich »Geschwülste«; ein Ausdruck, der in anderem weiteren Sinne indessen auch die Hypertrophien, ja krankhafte Ansammlungen von Flüssigkeiten in sich begreift und daher durchaus keine bestimmte, scharf abgegrenzte Bedeutung hat.

Die Elemente dieser Geschwülste können, wie bei den wahren Hypertrophien, solche sein, welche bereits im normalen Körper vorkommen — dies charakterisirt im Allgemeinen die gutartigen Geschwülste. Diese stimmen in der Regel histologisch mit den Elementen der sie umgebenden normalen Gewebe überein. Oder die Elemente der Geschwülste sind eigenthümlich, verschieden von den normalen Geweben und haben überdies die Tendenz, auf einer gewissen Entwicklungsstufe zu zerfallen, oder, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, sich zu erweichen und aufzubrechen: — bösartige Geschwülste.

Die vorstehende Eintheilung ist eine sehr mangelhafte; sie möge einstweilen als einleitende Uebersicht für die folgenden Detailbeschreibungen genügen. Jeder Versuch einer schärfern Unterscheidung und der Begründung derselben setzt nothwendig Excurse auf das Feld allgemeiner pathologischer Fragen voraus, die uns hier zu weit von unserm eigentlichen Gegenstand abführen würden.

Alle pathologischen Neubildungen normaler Gewebe, wie sie uns als

Regeneration und Hypertrophie entgegentreten, erfolgen nach denſelben Geſetzen, wie ſie für die normale Ernährung gelten. Dies ſoll nun im Einzelnen nachgewieſen werden.

1) Epidermis und Epithelium. Bei den hierher gehörigen Geweben findet im Normalzuſtand bereits ein deutlicher Stoffwechſel, eine Auflöſung oder Abſtoßung von der einen, eine Neubildung von der andern Seite ſtatt, deutlich iſt dies namentlich bei den Arten derſelben, welche aus mehren über einanderliegenden Zellenſchichten beſtehen (Epidermis, Pflaſterepithelium). An der Seite, welche der unterliegenden Cutis oder Schleimhaut zugekehrt iſt, entſtehen beſtändig neue Zellen aus dem von den Gefäßen der Matrixe gelieferten Blaſtem: indem dieſe Schichten durch neu entſtehende Zellen nach außen gedrängt werden, erleiden ſie die aus der normalen Hiſtologie bekannten Veränderungen und werden, an der äußerſten Grenze angelangt, allmälig abgeſtoßen.

Ganz derſelbe Proceß findet ſtatt, wenn die Epidermis durch Wunden, Blaſenbildungen, verloren gegangen iſt. So lange in einem ſolchen Falle eine entzündliche Reizung beſteht, verwandelt ſich das von den Gefäßen der Cutis erſudirte Plasma in Eiter: in dem Maße aber, als die Entzündung abnimmt, hört die Eiterbildung auf und wird durch eine Bildung von Epidermoidalzellen erſetzt. Sind die Gefäße der Cutis verletzt, ſo daß eine Blutung eintritt, oder iſt die Menge des erſudirten Plasma ſehr groß, ſo gerinnt ein Theil dieſer ergoſſenen Säfte, vertrocknet in Berührung mit der Luft, und bildet eine Kruſte, einen Schorf, unter welchem ſich allmälig die neue Epidermis heranbildet.

So lange die Cutis durch den pathologiſchen Proceß keine weſentliche Veränderung erleidet, gleicht die neugebildete Epidermis hiſtologiſch ganz der normalen, nicht nur in der Geſtalt ihrer einzelnen Elemente, der Zellen und Zellenſchichten, ſondern auch in ihren übrigen Verhältniſſen, ihrer Dicke, in der Anordnung der Oeffnungen für die Schweißdrüſen und Haare, in dem Verhältniß der äußeren, derberen Epidermoidalſchichten zu den tieferen, dem ſogenannten Rete Malpighii. Dieſe Verhältniſſe ändern ſich, wenn die Cutis Veränderungen erleidet, wie bei den meiſten Narben. Wenn bei dieſen, wie gewöhnlich, der Papillarkörper der Cutis, die in ihr wurzelnden Hautdrüſen und Haare nur unvollkommen wiedererzeugt werden, ſo fehlen auch in der Epidermis die zottigen Fortſätze des Rete Malpighii zwiſchen die Papillen, die röhrenförmigen Verlängerungen deſſelben in die Hautdrüſen und Haarwurzelſcheiden, die kanalförmigen Oeffnungen, welche dieſen Theilen entſprechen, in ihren dichteren Schichten.

Die meiſten Veränderungen der Oberhaut bei Hautkrankheiten, welche bisher genauer unterſucht wurden, beziehen ſich durchaus auf ſolche allgemeine Verhältniſſe, namentlich auf die des Wachsthumes, nicht aber auf die hiſtologiſche Anordnung ihrer Elemente. Bei Psoriasis guttata z. B. fand ich die Epidermis hiſtologiſch ebenſo zuſammengeſetzt, wie im Normalzuſtande. Wenn ſich die Epidermis in kleienähnlichen Fragmenten abſchilfert, zeigen dieſe letzteren denſelben hiſtologiſchen Charakter, wie die äußerſten Schichten der normalen Epidermis. Die Urſache der Anomalie ſcheint hier mehr phyſiologiſcher Natur: die Metamorphoſe, welche die Epidermoidalzellen erleiden, erfolgt raſcher als gewöhnlich, ſie ſtoßen ſich daher auch in ſchneller auf einander folgenden Zeiträumen, in größeren Partien ab, ſo daß dieſer Zuſtand, der gewöhnlich nicht bemerkt wird, nun in die Augen fällt.

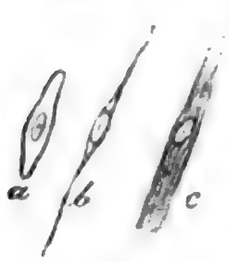
Das Gegentheil dieſes Vorganges findet Statt bei den Verdickungen der Oberhaut, den Schwielen, Leichdornen, den hornartigen Auswüchſen. Sie entſtehen, indem bei vermehrter Neubildung von innen her die Abſchilferung der äußeren Schichten verringert oder wenigſtens nicht vermehrt iſt, ſo daß alſo hier mehr Schichten von modificirten Zellen übereinander liegen als im Normalzuſtande. Dieſe Verdickung betrifft vorzüglich die äußeren feſten Schichten. Bei den Hühneraugen ſind dieſe verdickten äußeren Schichten keilförmig in den Papillarkörper der Cutis eingeſenkt und verurſachen auf dieſe Weiſe durch mechaniſchen Druck die bekannten Schmerzen. Nur bei größeren hornartigen Auswüchſen iſt nicht bloß die feſte Epidermoidalſubſtanz, ſondern auch das Rete Malpighii verdickt.

Zu den pathologiſchen Neubildungen von Epidermis gehören auch die Fälle, wo ſich das Epithelium von Schleimhäuten unter gewiſſen Umſtänden in eine feſte, derbe Epidermis umwandelt; ſo beim Vorfall der Scheide, des Maſtdarmes. — Dieſe Umwandlung darf um ſo weniger befremden, da das geſchichtete Pflaſterepithelium dieſer Theile in ſeiner hiſtologiſchen Zuſammenſetzung die größte Aehnlichkeit mit der Epidermis zeigt.

Wenn normale Epithelien verloren gehen, ſo erfolgt ihre Regeneration ganz nach denſelben Geſetzen, wie ihre Ernährung und erſte Entſtehung: die Schleimhaut ſecernirt das Cytoblaſtem, in dieſem entſtehen primäre Zellen, die ſich nach und nach in die für jede Art des Epithelium ſpecifiſchen Zellen umwandeln. Es können aber pathologiſch Epithelien auch an ſolchen Stellen gebildet werden, wo ſie im Normalzuſtande nicht vorkommen. So bei den Balggeſchwülſten, deren Balg auf der Innenfläche in der Regel mit einem Pflaſterepithelium überzogen iſt [1]). Verdickungen (Hypertrophien) des Epithelium finden ſich ſelten und nur an ſolchen Theilen, wo bereits das normale Epithelium eine gewiſſe Dicke beſitzt, aus mehren über einander liegenden Schichten beſteht.

2) Das Zellgewebe (Bindegewebe) ſpielt bei den meiſten pathologiſchen Neubildungen eine große Rolle. Die Art und Weiſe, wie es ſich hier bildet, kommt ganz mit ſeiner normalen Entſtehungsweiſe überein, wie ſchon G. Simon, Henle, Froriep, Valentin u. A. nachgewieſen haben. In einem amorphen Blaſtem entſtehen Zellen mit Kernen und Kernkörperchen. Dieſe Zellen ſind anfangs klein, rundlich oder oval, gewöhnlich ſehr blaß; ſpäter verlängern ſie ſich, werden geſchwänzt Fig. 5. *a*. Indem dieſe Verlängerung immer mehr zunimmt, gehen die einzelnen Zellen entweder jede in einen Faden über Fig 5. *b* oder häufiger noch zerſpalten ſie ſich der Länge nach und jede zerfällt in ein Bündel von Zellgewebsfaſern Fig 5. *c*.

Fig. 5.



Im Anfange ſitzen die Zellenkerne auf dieſen Faſerbündeln noch auf, ſpäter verſchwinden ſie oder werden wenigſtens erſt durch Behandlung mit Eſſigſäure deutlich; in anderen Fällen ſcheinen die Kerne in die von Henle ſogenannten Kernfaſern überzugehen.

Das pathologiſch entſtehende Zellgewebe bildet ſich entweder auf dem Wege der Regeneration nach Subſtanzverluſt, oder es tritt auf als Hypertrophie in Theilen, welche im Normalzuſtande hauptſächlich aus Zellgewebe beſtehen. Bisweilen endlich bildet es ſelbſtſtändige Partien:

[1]) S. Icones hist. path. Taf. 9. Fig. 2. u. 6.
[2]) S. Icones hist. path. Taf. 4. Fig. 1—4.

Geschwülste. Es findet sich als Hauptbestandtheil oder als untergeordnetes Element in den meisten pathologischen Neubildungen.

Das Cytoblastem, aus welchem es entsteht, ist entweder flüssig, oder fest. Sein flüssiges Blastem ist bald Blutplasma, durch einen örtlichen Entzündungsprozeß exsudirt, wie in den Granulationen, bald scheint es die örtlich vermehrte Ernährungsflüssigkeit zu sein, so bei den allmälig entstehenden Hypertrophien von Theilen, welche hauptsächlich aus Zellgewebe bestehen, bei den gestielten Warzen, den Condylomen. Hier dauert die Neubildung von Zellgewebe und mit ihr die Hypertrophie so lange fort, als die Absonderung des Bildungsmateriales eine vermehrte ist, erscheint also, wenigstens potentiâ, unbegrenzt.

Die Bildung von Zellgewebe aus einem festen Cytoblastem kommt vor nach Entzündungen, und das Bildungsmaterial ist hier der Faserstoff des exsudirten Blutplasma nach seiner Gerinnung. Beispiele sind die Pseudomembranen, die Adhäsionen der Pleura, des Peritonaeum, des Pericardium, die entzündliche Induration im Unterhautzellgewebe. In diesen Fällen beschränkt sich die Neubildung in der Regel auf die Umwandlung des exsudirten geronnenen Faserstoffes: sie hört auf, wenn dieser vollständig in Zellgewebe umgewandelt ist.

Bei der letztgenannten Art von Zellgewebsbildung ist die chemische Veränderung des Cytoblastemes, welche Hand in Hand mit der morphologischen einhergeht, vorzüglich deutlich. Das exsudirte Cytoblastem besteht aus Faserstoff; dieser erleidet bei der Zellenbildung eine erste chemische Differenzirung, indem die Kerne sich gegen Essigsäure anders verhalten als die Zellenwände. Ist das Zellgewebe ausgebildet, so verwandelt es sich wahrscheinlich wie das normale Zellgewebe beim Kochen in Leim. Ehe es dahin gelangt, zeigt es aber eine Stufe, wo es, wiewohl morphologisch fast ganz entwickelt, doch beim Kochen noch keinen Leim giebt, wie Güterbock bei den Granulationen fand. Ganz so verhält es sich aber nach Schwann beim Zellgewebe des Fötus.

Wie das normale Zellgewebe in der Art, wie seine Elemente gruppirt sind, die mannigfaltigsten Verschiedenheiten zeigt, so auch das pathologisch gebildete. Bald bildet es lockere Partien, in denen die einzelnen Fasern und Faserbündel, sich nach allen Richtungen durchkreuzend, locker mit einander verbunden sind und große Zwischenräume einschließen, bald sind die Fasern und Bündel dicht mit einander verwebt, bilden dichte compacte Massen, wie in den Narben, oder sie bilden vollkommene seröse Häute mit aufliegendem Epithelium, wie in manchen Pseudomembranen der Pleura [1]).

An das eigentliche Zellgewebe schließt sich das Fettzellgewebe, charakterisirt durch die dicht aneinandergehäuften mit Fett erfüllten Zellen. Bei diesem Gewebe ist das Ineinandergreifen der normalen und pathologischen Neubildung besonders auffallend. Bei gesunden Personen schon ist der Fettreichthum vielen Schwankungen unterworfen: sie können abmagern, sie können zunehmen und fett werden. Der letztere Vorgang beruht auf einer Neubildung von Fettzellen, ein Prozeß, dessen histologische Entwicklung fast gar nicht weiter bekannt ist. Diese Fettbildung kann sich zur krankhaften steigern in der Fettsucht (Polysarkia), ohne daß es möglich ist, in der Natur die Grenzlinie, welche die Wissenschaft zwischen beiden Vorgängen zieht, nachzuweisen. Fettzellgewebe, das durch seine übermäßige Anhäufung zu

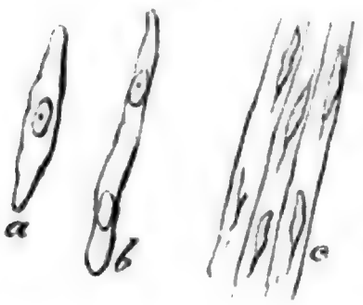
[1]) S. Icones hist. path. Taf. 4. Fig. 5. u. 6.

Krankheiten Anlaß giebt, oder in Folge von Krankheiten entſtanden iſt, unterſcheidet ſich hiſtologiſch nicht vom normalen Fettzellgewebe. Wir werden hierauf bei Betrachtung der Fettgeſchwülſte (Lipome), wo das neugebildete Fett in iſolirten Partien auftritt, nochmals zurückkommen. Nur bei der fettigen Degeneration der Leber iſt das krankhaft angehäufte Fett nicht in eigene Zellen eingeſchloſſen, ſondern frei in flüſſiger Form in und zwiſchen den Elementarzellen des Leberparenchymes abgelagert.

3) Einfache, nicht queergeſtreifte Muskelfaſern, wie ſie in der Muskelhaut des Darmkanals, in den Ausführungsgängen der Drüſen, im Uterus vorkommen. Sie entſtehen ſehr häufig auf pathologiſchem Wege, und bilden dann in der Regel Hypertrophien der Muskelhaut des Magens und Darmkanals oder ſelbſtſtändige Geſchwülſte im Magen, Darmkanal und Uterus, gehen aber auch in bösartige Geſchwülſte ein und ſind charakteriſtiſch für den Skirrhus.

Die Vorgänge bei ihrer Entſtehung in dieſen pathologiſchen Fällen laſſen ſich ſehr deutlich beobachten. In einem amorphen Cytoblaſtem, das gewöhnlich flüſſig (wahrſcheinlich die allgemeine Ernährungsflüſſigkeit oder Blutplasma), entſtehen kernhaltige Zellen. Dieſe ſind anfangs rundlich, ſehr blaß, ſpäter verlängern ſie ſich (Fig. 6. *a*), werden geſchwänzt und ſind dann von den Zellgewebsfaſerzellen nicht zu unterſcheiden. Indem ſich mehrere Zellen an den ſpitzen Enden mit einander vereinigen und die Scheidewände an den Berührungspunkten reſorbirt werden, gehen ſie in eine Muskelfaſer über (Fig. 6. *b*). Behandelt man ſolche neugebildete Muskelfaſern mit Eſſigſäure, ſo werden ſie ſehr blaß, verſchwinden allmälig und es treten ihre meiſt länglichen, haferkornförmigen Zellenkerne hervor (Fig. 6. *c*). Dieſe pathologiſch neugebildeten Muskelfaſern gleichen alſo hiſtologiſch ganz den normalen, ſie liegen auch, wie dieſe in der Regel dichtgedrängt parallel neben einander, ohne alle ſichtbare Zwiſchenſubſtanz.

Fig. 6.



Wie es ſchon im Normalzuſtande zwiſchen den aus Faſern beſtehenden Geweben, von den Zellgewebsfaſern, als den zarteſten, bis zu den breiteren nicht queergeſtreiften Muskelfaſern eine vollſtändige Reihe von Uebergangsformen giebt, ſo auch bei den pathologiſchen Neubildungen. Man trifft ſehr häufig auf neugebildete Faſern, welche zwiſchen denen des Zellgewebes und der genannten organiſchen Muskeln in der Mitte ſtehen. Dies gilt vorzüglich von den ganz oder theilweiſe aus Faſern beſtehenden Geſchwülſten.

4) Zuſammengeſetzte, queergeſtreifte Muskelfaſern. Ihre Neubildung im Erwachſenen und durch pathologiſche Proceſſe iſt zwar nicht direct beobachtet, muß aber jedenfalls erſchloſſen werden. Alle Muskeln werden durch anhaltenden Gebrauch in ihrem Volumen vermehrt, was nur durch eine Vermehrung ihrer Primitivfaſern ſich erklären läßt. Pathologiſch muß dieſe Neubildung jedenfalls ſtattfinden bei Hypertrophie des Herzens. Die oft ſehr verdickten Wände eines hypertrophiſchen Herzens beſtehen durchaus aus den gewöhnlichen Muskelfaſern, ohne alle fremdartige Zwiſchenſubſtanz: ein Theil derſelben muß alſo während der Ausbildung der Hypertrophie neu ebildet worden ſein; aber wir haben kein Mittel, dieſe neugebildeten Muskelfaſern von den früher vorhandenen zu unterſcheiden, ſie gleichen ihnen vielmehr in jeder Hinſicht.

Dagegen scheinen sich nach Muskelwunden, überhaupt nach Substanzverlusten derselben keine Muskelfasern zu bilden, sondern bloß Zellgewebe, es tritt keine wahre Regeneration, vielmehr eine bloße Narbenbildung ein.

Diese Verschiedenheiten erklären sich nach Henle's mir sehr wahrscheinlichen Ansicht[1]) daraus, daß bei einer geringen Ergießung von Plasma dieses durch den vorwiegenden Einfluß der umgebenden Muskelsubstanz in Muskelfasern übergeht, während in den Fällen, wo das Exsudat bedeutender ist, wie bei allen Entzündungen, der Einfluß der umgebenden Muskelsubstanz nicht ausreicht, jenem ihren eigenthümlichen Entwicklungstypus aufzudrücken.

Von der pathologischen Neubildung des schwarzen Pigmentes später bei den melanotischen Geschwülsten.

Die pathologischen Bildungsverhältnisse des elastischen Gewebes sind so gut als unbekannt. Nur im Skirrhus habe ich neugebildete elastische Fasern mit Sicherheit beobachtet, ohne daß mir jedoch die Art der Entwicklung klar wurde.

5) Neubildung von Blut und Gefäßen. Ueber die Neubildung dieser Theile hatte ich Gelegenheit, einige interessante Beobachtungen zu machen. Die neuen Gefäße entstanden in diesen Fällen nicht von den alten aus, durch Verlängerung derselben, sondern ganz isolirt, mitten im Exsudat. Es zeigten sich zuerst in dem noch vollkommen amorphen Exsudate rothe Punkte, schon dem unbewaffneten Auge sichtbar. Sie bestanden, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, aus einer Anhäufung von Blutkörperchen, welche von verschiedener Größe waren, meist noch unvollkommen rund, und ohne die mittlere Depression der ausgebildeten Blutkörperchen: aber sie hatten bereits scharfe Contouren und waren durch ihre intensiv gelbrothe Farbe hinreichend charakterisirt. Diese Haufen von Blutkörperchen waren anfangs noch nicht deutlich abgegrenzt, sie schienen an ihren Rändern mit dem sie einschließenden Exsudat verschmolzen. Ihre Form war unbestimmt, meist rundlich, bisweilen länglich oder ringförmig. Erst später erschienen sie deutlich abgegrenzt, doch konnte man auch dann noch keine deutlichen Gefäßwände erkennen[2]). Immer sah ich in diesen Fällen nicht die kleinsten Capillargefäße zuerst entstehen, sondern nur größere Gefäßstämme von $^1/_{16}$ — $^1/_{20}$‴ Dchm. Die Wände dieser Gefäße entstanden nie aus einfachen Zellen, als deren Inhalt man das Blut hätte betrachten können, wie Schwann vermuthet, denn wenn solche neuentstandene Blutmassen auch stellenweise scharfe Grenzen zeigten, so erschienen sie doch an anderen Stellen wieder deutlich mit dem umgebenden Parenchym verschmolzen. Diese Gefäße bildeten sich aber auch nicht, wie C. Vogt will, in den Intercellularräumen des Parenchyms, denn immer sah ich das Blut zuerst entstehen, ehe sich noch im umgebenden Exsudat eine Spur von Zellenbildung zeigte, selbst früher als die primären Zellen des Zellgewebes, welche sonst im Exsudate zuerst erscheinen.

Nach ihrer vollkommenen Ausbildung gleichen die neugebildeten Gefäße in jeder Hinsicht den normalen; sie sind mit dem allgemeinen Kreislauf in Verbindung getreten, können in den Zustand der Congestion, der Entzündung versetzt werden u. s. w.

Die chemischen Verhältnisse bei dieser Neubildung von Blut sind höchst schwierig zu ermitteln. Sobald man die Blutkörperchen mikroskopisch unter-

[1]) Allgemeine Anatomie S. 604. [2]) S. Icones hist. path. Taf. 5. Fig. 1 — 5.

ſcheiden kann, enthalten ſie ſchon Blutfarbeſtoff, ſie erſcheinen einzeln blaß gelbröthlich, in Haufen intenſiv blutroth: wie aber dieſes Blutroth aus dem farbloſen Exſudat gebildet wird, welche Subſtanzen des letztern dazu verwandt werden, darüber wage ich nicht einmal eine Vermuthung zu äußern.

6) Nerven. Von den hierher gehörigen pathologiſchen Verhältniſſen des Nervenſyſtemes wiſſen wir nur, daß ſich die Primitivfaſern der peripheriſchen Nerven (Cerebroſpinalfaſern, ohne Zweifel aber auch die von Volkmann und Bidder nachgewieſenen ſympathiſchen Faſern) nach der Durchſchneidung und ſelbſt nach Ausſchneidung eines kleinen Stückes regeneriren können. Dies folgt aus den Beobachtungen von Steinrück, H. Naſſe, Günther und Schön. Die durchſchnittenen Faſern verlängern ſich von den Durchſchnittsenden aus, ſtoßen allmälig zuſammen und verſchmelzen endlich wieder. Die regenerirten Primitivfaſern gleichen den normalen. Doch iſt die Regeneration nur eine partielle: es wird nämlich in der Regel nur ein Theil, nicht die ganze Anzahl der durchſchnittenen Faſern regenerirt und die Narbe beſteht größtentheils aus Zellgewebe. Mit der eingetretenen Regeneration wird auch die Function der durchſchnittenen Nerven wiederhergeſtellt.

Ueber die Regeneration der Ganglienkugeln und der Centraltheile des Nervenſyſtemes, des Gehirnes und Rückenmarkes, iſt ſo viel als Nichts bekannt. Ebenſo verhält es ſich mit der Hypertrophie dieſer Centraltheile: Gluge hat zwar in einem von ihm unterſuchten Falle eine Hypertrophie des Gehirnes mit normaler mikroſkopiſcher Structur gefunden [1]), aber bei unſeren mangelhaften Kenntniſſen von der normalen Hiſtologie dieſes Gebildes ſcheint es mir noch zweifelhaft, ob man aus dieſer einen Beobachtung mit Sicherheit den Schluß ziehen kann, daß es eine wahre Hypertrophie dieſes Organes giebt.

7) Knorpel und Knochen. Eine Neubildung von Knorpelſubſtanz nach Verletzungen dieſer Gebilde wurde bisher nicht beobachtet. Die Wiedervereinigung gebrochener oder verletzter Knorpel wird in der Regel durch eine fibröſe Maſſe, eine Fortſetzung des Perichondrium, bewirkt. Dagegen kommt in anderen Fällen eine unzweifelhafte pathologiſche Neubildung von Knorpelſubſtanz vor: ſo beim Enchondrom, wovon ſpäter. Auch der pathologiſchen Neubildung von Knochenſubſtanz geht, wenn man aus den bisherigen Beobachtungen einen ſolchen Schluß ziehen darf, immer eine Neubildung von Knorpelſubſtanz voraus. Dieſe kommt hiſtologiſch ganz mit den normalen Knorpeln überein. Früher wurden manche pathologiſche Producte für Knorpel gehalten, die es nicht ſind: ſo die Fibroide (Chondroide) des Uterus, die Hypertrophien der Muskelhaut des Pylorus, welche zwar in ihren phyſikaliſchen Eigenſchaften den Knorpeln gleichen, aber hiſtologiſch aus fibröſem Gewebe und organiſchen Muskelfaſern beſtehen. Ebenſo möchte ich ſehr bezweifeln, daß die knorpelähnlichen Körper, welche man bisweilen frei in den Gelenkhöhlen findet, aus wahrer Knorpelſubſtanz gebildet ſind.

Pathologiſche Neubildung von Knochenſubſtanz wird ſehr häufig beobachtet und unter ſehr verſchiedenen Verhältniſſen. Sie kommt vor als Regeneration gebrochener oder nekrotiſch abgeſtorbener Knochen, als Hypertrophie, die bald örtlich iſt und eine Hervorragung nach außen bildet (Exoſtoſe), bald ſich über einen ganzen Knochen, ja ſelbſt über mehrere gleichmäßig verbreitet (Hyperoſtoſe); ferner als Neubildung von Knochenſubſtanz

[1]) Abhandlungen zur Phyſiologie und Pathologie. Jena 1841. S. 11.

ohne Zuſammenhang mit normalen Knochen. In allen dieſen Fällen gleicht die neugebildete Knochenſubſtanz hiſtologiſch vollkommen der normalen, ſie zeigt, wie dieſe Knochenkörperchen und Lamellen, welche letztere im Innern des Knochens concentriſch um die Knochenkanäle, in der Rindenſubſtanz parallel mit der Oberfläche des Knochens verlaufen [1]).

Die Entſtehung dieſer Knochenſubſtanz geſchieht wahrſcheinlich immer auf dieſelbe Weiſe, wie bei der erſten Entwicklung, im Embryo. Der Bildung von Knochenſubſtanz geht immer die von Knorpelſubſtanz voraus, in dieſer bilden ſich die Knochenkanäle, die Gefäße und Knochenmark in ſich aufnehmen. Die Knorpelkörper gehen in Knochenkörper über, es lagern ſich Kalkſalze ab. Dieſer Vorgang iſt durch die Beobachtung nachgewieſen bei der Regeneration der Knochen, bei der Bildung von Exoſtoſen und bei der pathologiſchen Oſſification von Knorpeln, z. B. der Knorpel des Larynx. Daß er auch bei den übrigen accidentellen Knochenbildungen derſelbe iſt, läßt ſich vermuthen. Dieſe letzteren, die pathologiſchen Neubildungen von Knochenſubſtanz, welche nicht mit normalen Knochen zuſammenhängt, bezeichnet man mit dem Namen »Verknöcherungen«. Aber nur ein kleiner Theil der gewöhnlich ſogenannten Verknöcherungen gehört hieher. Am häufigſten findet ſich dieſe neugebildete wahre Knochenſubſtanz in der Dura mater, wie aus den Beobachtungen von Mieſcher und Valentin, denen ſich meine eigenen anſchließen, hervorgeht; ich fand die neugebildete Knochenſubſtanz gewöhnlich in der falx cerebri, alſo in dem am weiteſten von den Schädelknochen entfernten Theile der dura mater. Nächſtdem ſind wohl am häufigſten die wahren Verknöcherungen der Kehlkopfknorpel — in ſcheinbar verknöcherten Rippenknorpeln fand ich dagegen keine wahre Knochenſubſtanz. Mieſcher fand letztere auch im ſogenannten Exercierknochen, in verknöcherten Sehnen, und Valentin in Verknöcherungen des Auges. Die übrigen ſogenannten Verknöcherungen enthalten keine wahre Knochenſubſtanz, wie ſchon bei den Concretionen erwähnt wurde, ſie beſtehen immer aus nicht organiſirten Ablagerungen. Henle giebt an [2]), daß ſich in fibröſen und anderen Geſchwülſten nicht ſelten einzelne Kerne von Knorpelſubſtanz entwickeln ſollen, die ſpäter verknöchern. Ich habe eine große Anzahl ſolcher ſcheinbar verknöcherter Geſchwülſte unterſucht, fand aber darin nie wahre Knorpel- oder Knochenſubſtanz, ſondern immer nur Concretionen: daſſelbe negative Reſultat gaben mir zahlreiche Unterſuchungen ſogenannter Verknöcherungen der Glandula thyreoidea und anderer Organe.

Andere pathologiſche Veränderungen des Knochengewebes, die theils auf hiſtologiſchen theils auf chemiſchen Abweichungen von der Norm beruhen (Verdichtung und Elfenbeinhärte, Auflockerung und Poröswerden, Erweichung), müſſen hier übergangen werden, da theils ihre hiſtologiſchen, namentlich ihre genetiſchen Verhältniſſe unvollkommen bekannt ſind, theils aber die Veränderungen zu complicirt ſind und ſich nicht kurz darſtellen laſſen, dieſer Artikel auch nur ein überſichtlicher ſein ſoll.

Geſchwülſte.

Ihr Begriff läßt ſich nicht logiſch ſcharf, nur annähernd feſtſetzen. Man verſteht darunter gewöhnlich die pathologiſchen Neubildungen, welche von

---

[1]) S. Icones hist. path. Taf. 5. Fig. 7—9.
[2]) Allgemeine Anatomie. S. 809.

den umgebenden Theilen abgegrenzt ſind und ſich durch das anatomiſche Meſſer von denſelben abtrennen, als iſolirte Gebilde darſtellen laſſen. Hierauf beruht ihr Unterſchied von den Hypertrophien, wo die neugebildeten Theile mit den früher vorhandenen normalen innig verſchmolzen ſind. Dieſer Unterſchied iſt indeſſen kein weſentlicher, er läßt ſich auch praktiſch nicht durchführen, es giebt keine ſtrenge Grenze zwiſchen Hypertrophien und Geſchwülſten. Aber auch diejenigen Geſchwülſte, die ſich deutlich von den umgebenden Theilen unterſcheiden und mit dem Meſſer von ihnen trennen laſſen, wie die Tuberkelknoten, die Knollen des Skirrhus, ſind nicht reine pathologiſche Bildungen, ihre Grundlage beſteht immer aus den hiſtologiſchen Elementen des Gewebes, in dem ſie ſich entwickelt haben und nur in den Zwiſchenräumen deſſelben iſt eine fremdartige Maſſe abgelagert.

Die Geſchwülſte zerfallen nach den Elementen, aus welchen ſie beſtehen, in zwei große Claſſen:

1) ſolche, deren Elemente zu bleibenden Theilen des Körpers geworden ſind, und ebenſo wie die normalen Gewebe ihr Beſtehen behaupten, an dem allgemeinen Stoffwechſel Antheil nehmen und wachſen — gutartige Geſchwülſte.

2) ſolche, die auf der höchſten Stufe ihrer Entwicklung angekommen, ſich nicht länger unverändert erhalten können, ſondern ihrer Natur nach zerfallen, in Erweichung übergehen und die ſie umgebenden und von ihnen umſchloſſenen Gewebe in dieſen Zerſtörungsproceß mit hinein ziehen — bösartige Geſchwülſte.

Dieſer Unterſchied zwiſchen den beiden Arten von Geſchwülſten ſcheint mir der einzig wahre und durchgreifende, da er zugleich den Grund angiebt, warum die einen gutartig, die anderen bösartig ſind. Die anderen Unterſcheidungsmerkmale, welche man aufzuſtellen pflegt, ſind mehr zufällig und unweſentlich, wie z. B. dasjenige, daß die Geſchwülſte gutartig ſeien, welche nach der Exſtirpation nicht wiederkommen, die wiedererſcheinenden dagegen bösartig. Denn auch eine gutartige Geſchwulſt kann nach ihrer Exſtirpation wieder erſcheinen, wenn die allgemeine Dispoſition zu ihrer Bildung noch fortdauert, — und umgekehrt kann auch eine bösartige Geſchwulſt nach ihrer Entfernung ausbleiben, wenn die Dispoſition zu ihrer Erzeugung erloſchen iſt. Auf letzterm Umſtand beruht ja allein die Hoffnung, Perſonen, welche an einer krebshaften Geſchwulſt leiden, durch eine Operation zu erhalten.

I. Gutartige Geſchwülſte.

Sie können aus ſehr verſchiedenartigen hiſtologiſchen Elementen beſtehen, aus Zellgewebe oder fibröſem Gewebe, Fettzellgewebe, aus einfachen Muskelfaſern, aus Gefäßen, ſchwarzem Pigment ꝛc. Bald beſtehen ſie nur aus einem Gewebe, häufiger aber ſind ſie zuſammengeſetzt, indem mehrere der genannten Elemente zugleich in derſelben Geſchwulſt auftreten. Einige dieſer Geſchwülſte ſind mit den umgebenden Theilen aufs innigſte verſchmolzen und bilden, wenn ſie wie gewöhnlich, aus denſelben hiſtologiſchen Elementen beſtehen, wie ihre Umgebungen, den Uebergang zu den Hypertrophien; andere ſind mit einer eigenen Membran umgeben und dadurch von ihrer Umgebung abgegränzt, wie viele Lipome, die eigentlichen Balggeſchwülſte.

In ihrem Entſtehungs- und Entwicklungsproceß gleichen dieſe Gebilde in der Regel ganz den normalen Theilen von ähnlicher Zuſammenſetzung: ſie gleichen denſelben auch in ihren weiteren Schickſalen und ihren phyſiologiſchen

Functionen. Sie können ferner auf ähnliche Weiſe pathologiſche Veränderungen erleiden, wie die normalen Körpertheile, können ſich entzünden, in Eiterung, Verſchwärung übergehen. Sie können ſich ferner mit bösartigen Geſchwülſten combiniren, indem ſich wie in anderen Körpertheilen Tuberkel- oder Markſchwamm in ihnen entwickeln, zwiſchen ihre Elemente ablagern kann. Dieſe Combination iſt aber nur eine zufällige, ſie hängt von Umſtänden ab, die ihrer Natur fremd ſind. Die einzige Ausnahme hiervon bildet der Skirrhus, der, wie wir ſpäter ſehen werden, weſentlich aus einer Verbindung von gutartigen und bösartigen Elementen beſteht.

Die Vorgänge bei ihrer Entſtehung folgen im Allgemeinen den Geſetzen der Zellenbildung. Die letzten Urſachen ihrer Entſtehung dagegen ſind in der Regel nichts weniger als klar. Ihr Blaſtem ſcheint meiſtens die allgemeine Ernährungsflüſſigkeit zu ſein, die an der Stelle ihrer Entſtehung in vermehrter Menge abgeſondert wird; — ob ſie ſich auch aus entzündlichem Exſudate herausbilden können, darüber fehlen ſichere Beobachtungen, wiewohl es wahrſcheinlich iſt. Bemerkenswerth iſt der Einfluß, den die umgebenden Theile auf die hiſtologiſche Zuſammenſetzung dieſer Geſchwülſte ausüben: in der Regel hat nämlich die Geſchwulſt dieſelbe hiſtologiſche Beſchaffenheit, wie ihre Umgebung. So finden ſich in fettreichen Theilen Lipome, im Zellgewebe und in fibröſen Geweben Faſergeſchwülſte; Fibroide, deren hiſtologiſche Elemente den einfachen, ſogenannten organiſchen Muskelfaſern gleichen, fand ich nur im Uterus und in der Muskelhaut des Darmkanales; melanotiſche Geſchwülſte finden ſich häufig im Auge.

Auf ihren höheren Entwicklungsſtufen laſſen ſich dieſe Geſchwülſte durch die mikroſkopiſche Unterſuchung in der Regel leicht von den bösartigen unterſcheiden; auf früheren Entwicklungsſtufen, wo ihre Elemente noch eine amorphe Maſſe bilden, oder noch die Zellenform an ſich tragen, iſt ihre Unterſcheidung von letzteren ſchwierig, oft unmöglich.

Nach hiſtologiſchen Principien laſſen ſich folgende Arten oder beſſer Typen der gutartigen Geſchwülſte aufſtellen, die aber nicht alle ſtreng von einander abgegrenzt ſind, ſich vielmehr häufig combiniren und oft in einander übergehen.

1. Die Fettgeſchwulſt (Lipom, zum Theil gehört auch das Steatom hieher).

Dieſe Art begreift alle Geſchwülſte, deren weſentlicher und Hauptbeſtandtheil hiſtologiſch mit dem normalen Fettzellgewebe übereinkommt. Dieſem können jedoch in unbeſtimmten Verhältniſſen Blutgefäße und Zellgewebsfaſern beigemiſcht ſein.

Das reine Lipom beſteht ganz aus Fettzellen mit ſparſamen Gefäßen [1]: in den Fettzellen finden ſich bisweilen ſternförmige Gruppen nadelähnlicher Kryſtalle (Margarin oder Margarinſäure). Es iſt weich; je mehr Bündel von Zellgewebsfaſern es zwiſchen die Fettzellen aufnimmt, um ſo feſter und derber wird es. Geſchwülſte der letztern Art nennt man gewöhnlich Steatome; ſie beſtehen hiſtologiſch aus Gruppen von Fettzellen, zwiſchen denen ſich Bündel von Zellgewebsfaſern befinden [2].

Das Lipom erſcheint häufig in einen Balg eingeſchloſſen, der meiſt dünn iſt und aus zuſammengewebten Zellgewebsfaſern beſteht, doch fehlt dieſer Balg bisweilen, namentlich bei größeren Lipomen. An ſich ſind die Fettgeſchwülſte gutartig, können aber auf zweierlei Weiſe dem Organismus ſchädlich werden,

---

[1]) S. Icones h. p. Taf. 22. Fig. 1.
[2]) S. Icones. Taf. 7. Fig. 1.

einmal durch ihre Maſſe, indem ſie auf die benachbarten Theile drücken oder Bewegungen hindern. Weidmann erzählt einen Fall, wo ein Lipom durch Druck auf Nerven fürchterliche Schmerzen hervorrief [1]). Auf der andern Seite können ſie durch Anſpannung der ſie überziehenden Haut, namentlich wenn äußere Schädlichkeiten hinzutreten, ſich entzünden, in Eiterung und Verſchwärung übergehen und ſo durch hektiſches Fieber die Kräfte des Kranken erſchöpfen.

Die letzte Urſache ihrer Entſtehung iſt ſehr räthſelhaft, doch ſprechen ſolche Fälle, wo ſie durch äußere Schädlichkeiten, Druck, Schlag oder Stoß entſtanden ſein ſollen, dafür, daß hier ein in vermehrter Menge abgeſondertes Blaſtem durch den Einfluß des umgebenden Fettgewebes in eine dieſem ähnliche Subſtanz umgewandelt wird.

Die Lipome bilden Uebergänge durch das Steatom in die Faſergeſchwülſte; durch die Varietäten mit deutlichem Balg in die mit Fett erfüllten Balggeſchwülſte; durch die balgloſen Varietäten in die einfachen Hypertrophien des Fettzellgewebes. In ihren phyſikaliſchen Eigenſchaften ſind ſie bisweilen den weichen Arten des Krebſes und Markſchwammes täuſchend ähnlich.

2. Gefäßgeſchwülſte (Telangiektaſien). Geſchwülſte, welche der Hauptſache nach hiſtologiſch aus Blutgefäßen mit dazwiſchen liegendem Zellgewebe beſtehen. Sie treten ſeltener ſelbſtſtändig auf, viel häufiger aber compliciren ſie ſich mit anderen Geſchwülſten, ſelbſt mit den bösartigen, und bilden im letztern Falle den bösartigen Blutſchwamm (fungus haematodes). Wegen dieſer häufigen Complication finden ſich bei ihnen die meiſten Uebergänge; denn faſt alle Geſchwülſte haben Gefäße und können, wenn dieſe vorherrſchen, entweder gleich anfangs oder erſt in ihren ſpäteren Entwicklungsſtadien in Telangiektaſien übergehen.

Die Telangiektaſien ſind immer ohne Balg, ihre Gefäße haben in der Regel einen ziemlich großen Durchmeſſer, und ſind entweder ſehr weite Capillargefäße oder kleine Arterien, am häufigſten aber kleine Venen, daher dieſe Geſchwülſte an äußeren Theilen gewöhnlich eine blaue Farbe haben.

Ueber die Entwicklungsvorgänge der Gefäßgeſchwülſte fehlen hiſtologiſche Beobachtungen — der letzte Grund ihrer Entſtehung aber iſt vollkommen dunkel. Sie ſind an ſich durchaus gutartig und unſchädlich.

3. Geſchwülſte aus ſchwarzem Pigment (wahre Melanoſen).

Der hiſtologiſche Charakter dieſer Geſchwülſte wird ſchon durch ihren Namen ausgedrückt, ſie beſtehen der Hauptſache nach aus ſchwarzem Pigment. Dieſes bildet immer ſehr kleine ſchwarze Körnchen von unbeſtimmter Form und Größe. Bisweilen iſt es in Zellen eingeſchloſſen, die eine rundliche oder ovale Form haben [2]), nie ſind ſie aber ſo regelmäßig polyedriſch, oder ſo eigenthümlich geſchwänzt und vielartig verzweigt, wie die normalen Pigmentzellen in der Choroidea des Auges. In anderen Fällen erſcheinen die Pigmentmolecule frei, nicht in Zellen eingeſchloſſen, wie in der Melanoſe der Lungen, der Bronchialdrüſen, der Darmzotten [3]). Dann bleibt es häufig zweifelhaft, ob man eine wahre Melanoſe vor ſich habe. Denn es giebt auch eine Pſeudomelanoſe, welche nicht nur dem freien Auge, ſondern auch hiſtologiſch der wahren vollkommen gleicht, wo aber die ſchwarze Farbe nicht von neugebildetem ſchwarzen Pigment, ſondern von zerſetztem, wie es ſcheint durch Gaſe verändertem Blute herrührt. Dieſe Pſeudomelanoſe erſcheint: in gangränöſen Theilen, doch nicht

---

[1]) Annotat. de steatomatibus. Mogunt. 1817. p. 10.
[2]) S. Icones path. Taf. 9. Fig. 12 u. 13.
[3]) S. Icones. Taf. 9. Fig. 11.

immer [1]); an der Oberfläche der Milz und Leber, welche Theile dann eine grauſchwarze Schieferfarbe zeigen; in den Blutgefäßen der Seroſa des Magens und Darmkanales [2]); an den ſchwarzen Wänden mancher Abſceſſe von ſchlechter Beſchaffenheit. Die mikroſkopiſche Unterſuchung zeigt auch hier als Grund der dunklen Färbung eine Ablagerung von kleinen dunklen Körnchen zwiſchen die übrigen Gewebe, aber man ſieht dieſe Körnchen nie in Zellen eingeſchloſſen und überzeugt ſich häufig auf das beſtimmteſte, daß ſie von verändertem oder zerſetztem Blute herrühren.

Die melanotiſche Geſchwulſt iſt an ſich durchaus gutartig, ſie verbindet ſich aber häufig mit anderen Geſchwülſten, namentlich mit Markſchwamm, und dieſer letztern Complication verdankt ſie die Bösartigkeit, die ihr häufig, wiewohl mit Unrecht, zugeſchrieben wird.

4. Faſergeſchwülſte,

gehören zu den häufigſten aller pathologiſchen Neubildungen, zeigen aber in ihrem Ausſehen und übrigen phyſikaliſchen Eigenſchaften große Verſchiedenheiten, daher verſchiedene Formen derſelben auch ſehr verſchiedene Namen erhalten haben. Die meiſten Desmoide, Sarkome, Steatome, Chondroide, Fibroide, ſelbſt manche ſogenannte Skirrhen gehören hierher. Im ausgebildeten (reifen) Zuſtande beſtehen dieſe Geſchwülſte aus Faſern, welche in allen Richtungen mit einander verflochten oder mit einer gewiſſen Regelmäßigkeit gelagert, häufig ohne alle weiteren Elemente, ſelbſt ohne Gefäße, bisweilen von ſparſamen Gefäßen durchzogen, die Geſchwulſt bilden. Nicht immer iſt aber der faſerige Bau deutlich: bei jüngeren Geſchwülſten der Art, die noch in ihrer Entwicklung begriffen ſind, herrſcht oft eine amorphe Maſſe vor (Blaſtem für ſpätere Faſern), oder geſchwänzte Zellen. Bei den ausgebildeten Faſergeſchwülſten gleichen die Faſern bald mehr denen des Zellgewebes und der Sehnen, ſind rundlich, haben weniger als $^1/_{1000}$‴ im Durchm., bald gleichen ſie mehr den einfachen, nicht quergeſtreiften Muskelfaſern, ſind breiter, mehr bandartig, und darnach laſſen ſich die Faſergeſchwülſte in 2 Unterabtheilungen bringen. Doch giebt es zwiſchen dieſen beiden Arten von Faſergeſchwülſten alle möglichen Zwiſchenformen und Uebergangsſtufen. Geſchwülſte, die bloß aus elaſtiſchen Faſern beſtehen, wurden bisher nicht beobachtet, doch finden ſich dieſe letzteren allerdings in manchen Geſchwülſten, z. B. in einigen Arten des Skirrhus in beträchtlicher Menge.

a) Geſchwülſte aus Zellgewebsfaſern. Der hiſtologiſche Bau derſelben iſt am deutlichſten in den geſtielten Warzen, die ganz aus einem feſten Faſergewebe beſtehen [3]), in den Faſerpolypen [4]), den Condylomen, wo ſich auch gewöhnlich die Entwicklung der Faſern aus Zellen ſehr gut beobachten läßt [5]). Weniger deutlich iſt in der Regel der faſerige Bau an den häufig vorkommenden rundlichen Geſchwülſten von weißer Farbe und feſtem, oft knorpeligem Gefüge, die man im Unterhautzellgewebe in faſt allen Körpertheilen findet: bei ihnen herrſcht nicht ſelten ein amorphes Blaſtem vor, in dem jedoch nach Behandlung mit Eſſigſäure immer viele Zellenkerne und Kernfaſern zum Vorſchein kommen [6]).

Dieſe Faſergeſchwülſte können ſich mit anderen Geſchwülſten combiniren,

---

[1]) S. Icones. Taf. 10. Fig. 5.
[2]) Icones. Taf. 26. Fig. 4.
[3]) Icones hist. path. Taf. 7. Fig. 9.
[4]) Icon. h. p. Taf. 7. Fig. 7.
[5]) Vgl. G. Simon in Müller's Archiv. 1839. S. 17 ff.
[6]) Icones hist. path. Taf. 25. Fig. 8.

wodurch neue Varietäten derſelben entſtehen, ſo mit der Gefäßgeſchwulſt, indem ſie ſehr gefäßreich werden; mit der Fettgeſchwulſt, wodurch das Steatom, ein Mittelding zwiſchen Lipom und Faſergeſchwulſt, entſteht [1]).

Intereſſant für die Erklärung ihrer Entſtehung und Entwicklung iſt der Umſtand, daß ſie ſich in der großen Mehrzahl der Fälle in Geweben entwickeln, welche hiſtologiſch hauptſächlich aus Zellgewebsfaſern beſtehen. Es wird dadurch wahrſcheinlich, daß auch hier die umgebenden Gewebe einen Einfluß auf die Art der Entwicklung ausüben, indem ſie das Blaſtem der Geſchwulſt veranlaſſen, zu einem ihnen gleichen Gewebe zu werden.

b) Geſchwülſte, deren Faſern mit den einfachen, nicht quergeſtreiften der organiſchen Muskeln übereinkommen (Fibroide im gewöhnlichen Sprachgebrauch). Sie ſind ausgezeichnet durch eine rundliche Form, und durch eine feſte, knorpelähnliche Conſiſtenz; enthalten bald keine Gefäße, bald viele, die ſchon mit unbewaffnetem Auge ſichtbar ſind. Ihre Faſern laufen bald deutlich ringförmig, concentriſch, bald ohne deutliches Geſetz nach verſchiedenen Richtungen. An ſich ſind ſie durchaus gutartig und können Jahrelang beſtehen ohne Nachtheil für das Leben, bisweilen entzünden ſie ſich und gehen in Eiterung über, häufiger verknöchern ſie, d. h. es bilden ſich in ihnen Concretionen, Ablagerungen von Kalkſalzen [2]). Dieſe Geſchwülſte finden ſich ſehr häufig im Uterus, ſeltner im Magen und Darmkanal, und zwar innerhalb der Muskelſchicht. An anderen Orten habe ich ſie nie gefunden und ſo viel ich weiß auch kein Anderer. Dies iſt gewiß höchſt merkwürdig, da die Muskelſchicht der Organe, in denen ſie ſich vorfinden, genau dieſelben hiſtologiſchen Elemente zeigt, welche die Geſchwülſte bilden und ſcheint mir ein wichtiger Beweis, des mehrmals erwähnten Satzes, daß die gutartigen Geſchwülſte hauptſächlich durch den Einfluß der umgebenden Gewebe zur Entwicklung kommen.

5. Knorpelgeſchwülſte (Enchondrome). Dieſe von Joh. Müller zuerſt genauer beſchriebene und benannte Art der Geſchwülſte beſteht bekanntlich aus gallertartigen Maſſen mit dazwiſchen eingeſtreutem faſerigen Gewebe und zeigt bei der mikroſkopiſchen Unterſuchung Knorpelzellen, die häufiger iſolirt neben einander liegen, ſeltner wie der wahre Knorpel eine amorphe Intercellularſubſtanz zwiſchen ſich haben. Beim Kochen geben dieſe Geſchwülſte ebenſo wie die normalen permanenten Knorpel Chondrin. Das Enchondrom kommt vor in Drüſen (Parotis, Hoden) und hat hier eine ziemlich feſte, ſelbſt knorpelähnliche Conſiſtenz; hier iſt die amorphe Intercellularſubſtanz in der Regel reichlicher vorhanden. Viel häufiger iſt es aber in den Knochen: es entwickelt ſich im Innern derſelben und bildet dann ſehr charakteriſtiſche rundliche Geſchwülſte, die im Innern weich, gallertartig, außen mit einer dünnen Knochenrinde umgeben erſcheinen; oder es entſpringt von der Oberfläche der Knochen und hat dann äußerlich keine Knochenrinde [3]). Ich muß jedoch hier bemerken, daß nicht alle Geſchwülſte, welche äußerlich die charakteriſtiſche Form des Enchondrom zeigen, auch wirklich dieſen Namen verdienen. Drei von mir unterſuchte Geſchwülſte, zwei an der Hand, darunter eine ſehr charakteriſtiſche in der hieſigen pathologiſchen Sammlung aufbewahrte, die jeder Kenner auf den erſten Blick für Enchondrom erklärte, und eine Geſchwulſt des Os ilei, zeigten zwar die allgemei-

[1]) Icones hist. path. Taf. 7. Fig. 1.

[2]) Valentin hat ſchon vor längerer Zeit (Repertorium 1837, S. 270 ff.) eine genaue hiſtologiſche und chemiſche Unterſuchung von derartigen Geſchwülſten des Uterus mitgetheilt. Abbildungen davon finden ſich in m. Icones auf Taf. 4 u. 7.

[3]) Abbildungen davon ſ. bei Müller: »Ueber den feineren Bau der krankhaften Geſchwülſte« Taf. 3 u. 4.

nen phyſikaliſchen Eigenſchaften des Enchondrom, aber die in ihrem Innern enthaltene halbdurchſichtige Maſſe zeigte keine Spur von Knorpelzellen, ſondern erſchien faſerig-amorph, wie bei einer noch halb amorphen Faſergeſchwulſt. Auch eine von Valentin unterſuchte gallertartige Knochenexcrescenz zeigte nicht die hiſtologiſche Anordnung des Enchondrom [1]). Einmal hatte ich Gelegenheit, eine ohne Zweifel zum Enchondrom gehörige Knochengeſchwulſt an der Hand zu unterſuchen, die in einer wahren Knorpelſubſtanz einen Anfang von Verknöcherung zeigte [2]), und glaube deßhalb, daß die Knorpelſubſtanz des Enchondrom bisweilen auch ebenſo wie andere Knorpel verknöchern kann. Durch dieſen Uebergang reiht ſich das Enchondrom unmittelbar an die Callusbildung nach Knochenverletzungen und an die Exoſtoſen an.

Als Entſtehungsurſache der Knorpelgeſchwülſte läßt ſich in vielen Fällen eine mechaniſche Verletzung, eine Quetſchung, ein Biß ꝛc. nachweiſen. Sie ſind durchaus gutartig, wenn ſie gleich bisweilen durch Eiterung zerſtört werden können, ſo daß nur die leere Knochenſchale übrig bleibt.

6. Balggeſchwülſte (tumores cystici).

Ihr anatomiſcher Charakter beſteht nicht bloß darin, daß ſie einen eigenen, durch Präparation darſtellbaren Balg beſitzen (denn auch manche Lipome haben einen Balg), ſondern auch darin, daß dieſe Balgmembran einen gar nicht oder nur wenig organiſirten Inhalt einſchließt.

Die einfachſte Art derſelben ſind die ſogenannten Hydatiden oder ſeröſen Bälge, welche eine wäſſerige Flüſſigkeit von der chemiſchen Zuſammenſetzung des Blutſerum oder der hydropiſchen Flüſſigkeit enthalten. Ihr Balg iſt mit den umgebenden Theilen innig verwachſen und beſteht aus Zellgewebsfaſern; an ſeiner Innenfläche läßt ſich gewöhnlich ein zelliges Epithelium nachweiſen.

Wie dieſe Hydatiden ſich einerſeits offenbar an den Hydrops saccatus anſchließen, ſo dürfen ſie auf der andern Seite nicht mit Echinococcus verwechſelt werden, wo der äußere Balg noch einen zweiten, innern einſchließt, welcher ein belebtes organiſches Individuum, einen Eingeweidewurm bildet.

Verſchieden von den Hydatiden ſind die eigentlichen Balggeſchwülſte. Ihr Balg beſteht ebenfalls aus Zellgewebe mit einem Epithelialüberzug auf der Innenfläche, aber ihr Inhalt iſt dicker, conſiſtenter, als bei den Hydatiden, honigartig, der Grütze ähnlich, gallertartig. Nach dieſer Verſchiedenheit des Inhaltes unterſcheidet man verſchiedene Arten von Balggeſchwülſten, wie Meliceris, Atheroma, Gummata. Die mikroſkopiſche Unterſuchung des Inhaltes lehrt jedoch, daß die hiſtologiſchen Verſchiedenheiten, welche derſelbe darbietet, nicht mit den obenerwähnten phyſikaliſchen Eigenſchaften correſpondiren, indem bisweilen Balggeſchwülſte von ähnlichen phyſikaliſchen Eigenſchaften verſchiedene, und umgekehrt andere von verſchiedenem Ausſehen ähnliche hiſtologiſche Elemente zeigen.

Bis jetzt wurden folgende hiſtologiſche Elemente im Inhalt von Balggeſchwülſten gefunden: 1) Gallenfett (Choleſtearin), theils iſolirte tafelförmige Kryſtalle, theils größere kryſtalliniſche Maſſen bildend. Es findet ſich vorherrſchend in der geſchichteten perlmutterglänzenden Balggeſchwulſt, dem Choleſteatoma; aber auch die meiſten übrigen Balggeſchwülſte enthalten neben anderen Elementen wenigſtens einzelne Kryſtalle von Choleſtearin. 2) Ablagerungen anderer Fettarten, von Margarin, Elain, Butterfett, unbeſtimmte Klümp-

[1]) Repertorium 1837. S. 275.
[2]) Icones hist. path. Taf. 10. Fig. 9.

chen, Körnchen und Tropfen bildend, treten nicht als alleiniger Inhalt, immer nur mit anderen Elementen gemischt auf. 3) Wahres Fettzellgewebe: die hieraus bestehenden Balggeschwülste bilden den Uebergang zu den mit einem Balg versehenen Lipomen. 4) Organische Zellen von verschiedener Art, meist lose neben einander liegend; bald größer, unbestimmt rundlich oder oval, denen des Pflasterepithelium ähnlich, gewöhnlich ohne oder mit undeutlichem Kern; kleine geschwänzte Zellen mit Kern und Kernkörperchen. Die Zellen bilden bald für sich den ganzen Inhalt, bald sind sie mit anderen Elementen, namentlich mit Cholestearinkrystallen, gemischt. In einigen Balggeschwülsten finden sich neben den genannten Elementen noch 5) Haare (bei Vögeln Federn) und Knochen, namentlich Zähne [1]).

Die Balggeschwülste finden sich in allen Körpertheilen, aber vorzugsweise im Zellgewebe; die mit Haaren sind am häufigsten in der Nähe behaarter Theile, an der Nasenwurzel, dem Oberkopf; die mit Haaren und Knochen in den Ovarien. Die Balggeschwülste sind durchaus gutartig.

Einige andere Arten von Geschwülsten, wie die Polypen und Schwämme (fungi), bilden histologisch durchaus keine eigenen Species; sie können aus den verschiedenartigsten histologischen Elementen bestehen, welche die Schleimhaut eines Theiles und Organes nach außen drängen, sind daher bald Lipome, Fasergeschwülste, im Uterus gewöhnlich Fibroide, bald sind es gar keine Geschwülste im engern Sinne, wie in einem von Cruveilhier beschriebenen Falle, wo ein Hirnbruch den Inhalt und die Ursache eines Nasenpolypen bildete [2]).

II. Bösartige Geschwülste (Afterproducte, Pseudoplasmata).

Ich rechne hieher alle diejenigen Geschwülste, deren Blastem, statt wie bei den gutartigen in bleibende Gewebe überzugehen, nach einer mehr oder weniger deutlichen Zellenbildung seiner Natur nach zuletzt zerfällt und die umliegenden normalen Gewebe in diesen Zersetzungsproceß mit hinein zieht. Man hat die hieher gehörigen Geschwülste nach ihrem verschiedenen Aussehen, Farbe, Consistenz u. s. f. mit verschiedenen Namen belegt; diese sind indeß ebenso wie die mit ihnen in Verbindung gebrachten diagnostischen Merkmale sehr unbestimmt, und passen oft nur für die individuelle Geschwulst, die der Beobachter gerade vor Augen hatte. Wir wollen daher von ihnen ganz absehen und zur Classification dieser Geschwülste einen andern Standpunkt aufsuchen, den histologischen. Darnach zerfallen diese Geschwülste in drei Gruppen, zwischen denen aber alle Uebergangsformen und Zwischenstufen vorkommen.

a) Bösartige Geschwülste, die vor ihrem Zerfallen keine deutliche Organisation, höchstens Spuren derselben zeigen — Typhusmasse, skrophulöse Geschwülste, ein Theil der Tuberkeln.

b) Geschwülste, die vor ihrem Zerfallen aus deutlichen Zellen bestehen — ein Theil der Tuberkeln, Markschwamm.

c) Geschwülste, die außer Zellen auch noch Fasern in ihre Zusammensetzung aufnehmen — Skirrhus.

Ehe wir die einzelnen Arten näher betrachten, wollen wir aber noch einen Blick auf die allgemeinen, allen gemeinschaftlichen Verhältnisse derselben werfen.

Was ihre Entstehung betrifft, so bilden sich alle diese Geschwülste aus

---

[1]) Abbildungen und genauere histologische Beschreibungen einzelner Balggeschwülste finden sich bei Valentin (Repertorium 1838. Fig. 11. S. 307), bei Müller (Geschwülste Taf. 3), in m. Icones (Taf. 9. Taf. 24).

[2]) Anat. patholog. Livr. 26. pl. 2.

einem amorphen Cytoblaſtem. Daß ſich die normalen Gewebe des erkrankten Theiles unmittelbar in das Afterproduct umwandeln ſollen, iſt eine Anſicht, welche durch die directe Beobachtung widerlegt wird. Das Blaſtem iſt immer zwiſchen den normalen Gewebstheilen des ergriffenen Organs abgelagert, füllt alle Zwiſchenräume derſelben aus, und umſchließt ſie ebenſo enge, wie der Mörtel die Steine eines Mauerwerkes. Man kann ſich hiervon in vielen Fällen durch die directe Beobachtung überzeugen; ſo bei den Lungentuberkeln, wenn man ſie mit Eſſigſäure oder Ammoniak durchſichtig macht und dann mikroſkopiſch unterſucht: man ſieht dann durch die Tuberkelſubſtanz hindurch, und innerhalb derſelben die urſprünglichen Elemente des Lungengewebes [1]). Ganz daſſelbe beobachtete ich einigemale an friſchem, in der Entſtehung begriffenem Skirrhus. Daraus folgt aber, daß das Blaſtem urſprünglich flüſſig ſein muß, es würde ſich ſonſt durchaus nicht ſo vollſtändig in alle, auch die kleinſten Zwiſchenräume des Parenchyms verbreiten und die Elemente deſſelben nicht ſo enge umſchließen können. Doch hat die directe Beobachtung bis jetzt nur feſtes Blaſtem von Pſeudoplasmen geſehen. Dieſes gleicht aber in allen ſeinen Eigenſchaften dem gewöhnlichen Blaſtem, dem Blutplasma, reſp. dem geronnenen Faſerſtoff deſſelben: ich konnte trotz einer ſehr großen Zahl von Unterſuchungen nie einen morphologiſchen oder chemiſchen Unterſchied zwiſchen dem Blaſtem der bösartigen Geſchwülſte und dem der normalen Gewebe entdecken. Hieraus läßt ſich aber weiter ſchließen: Der Grund dieſer Pſeudoplasmen liegt nicht in einer abnormen Beſchaffenheit des Blutes, ſo daß dieſes bereits einen chemiſch differenzirten Stoff, Tuberkelſtoff, Skirrhusmaterie u. dgl. enthielte, welcher nach ſeiner Ausſcheidung eben ſeiner eigenthümlichen chemiſchen Natur nach nicht zu einem normalen Gewebe, ſondern zu einem Pſeudoplasma werden müſſe. Es iſt vielmehr wahrſcheinlicher, daß die Entſtehung dieſer Geſchwülſte auf einer veränderten Qualität des Bildungs- und Entwicklungsproceſſes beruhe, deren Urſachen ſchon früher betrachtet wurden.

Der allgemeine Entwicklungsvorgang dieſer Pſeudoplasmen weicht jedoch nicht von dem der übrigen Gewebe ab. In dem amorphen Blaſtem zeigt ſich eine Tendenz zur Zellenbildung. Hat dieſe eine gewiſſe Stufe der Ausbildung erreicht, ſo fängt das Gebildete an, zu zerfallen. Nur beim Skirrhus geht ein Theil der gebildeten Zellen in weitere Entwicklung über, er verwandelt ſich in Faſern. Das Zerfallene bildet eine unbeſtimmte, feinkörnige Maſſe, einen wahren organiſchen Detritus ohne alle Structur. Indem ſich dieſe mit der normal vorhandenen oder neu hinzugekommenen Flüſſigkeit miſcht, bildet ſie eine dem Eiter an Farbe, Conſiſtenz und Ausſehen ähnliche Maſſe, welche jedoch keine Eiterkörperchen enthält, ſich vielmehr mikroſkopiſch beſtimmt vom Pus bonum unterſcheidet. Durch den ganzen Proceß ihrer Bildung und ihre endliche Erweichung gleichen alſo die Pſeudoplasmen ſehr dem Eiter, noch mehr den Körnchenzellen. Es kommen aber nicht ſelten Fälle vor, wo Eiterung und Pſeudoplasmenbildung in einander übergehen und ſich nicht mehr unterſcheiden laſſen. So giebt es keine ſtrenge Grenze zwiſchen ſkrophulöſer Ablagerung und der darauf folgenden Exulceration und zwiſchen tuberkulöſer Zerſtörung. Die Hepatiſation bei Pneumonia typhosa läßt ſich oft nicht von einer Tuberculosis acuta unterſcheiden. Dieſe Aehnlichkeit bezieht ſich nicht nur auf die allgemeinen phyſikaliſchen Eigenſchaften, ſie bezieht ſich auch auf die pathologiſchen Verhältniſſe und ſelbſt auf die hiſtologiſchen Elemente.

Auf der beſchriebenen Erweichung beruht die Bösartigkeit der Pſeudo-

[1]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 15.

plasmen, wie folgende Ueberlegung zeigen wird. Ich beziehe mich hierbei auf das in einem andern Artikel (Entzündung und ihre Ausgänge S. 357) bereits hierüber Geſagte. Bei der Bildung von Eiter und Körnchenzellen aus einem feſten Blaſtem ſind die Elemente des Gewebes ebenfalls auf das innigſte von einer feſten Maſſe umſchloſſen, dieſe zerfällt jedoch ſehr raſch, ehe das Gewebe gleichſam ausgehungert werden kann. Sobald aber der Eiter flüſſig geworden, wird das Gewebe wieder frei, es kann nach wie vor ernährt werden. Bei den Pſeudoplasmen verhält es ſich anders. Hier iſt die Erweichung chroniſch: die Gewebstheile ſind wochen-, ja monatelang vom feſten Blaſtem auf das innigſte umgeben, ſie werden während dieſer Zeit nicht ernährt, ſterben ab, und wenn die Maſſe der Geſchwulſt zuletzt in Erweichung übergegangen iſt, werden die urſprünglichen Elemente des normalen Gewebes zugleich mit dem zerſetzten Pſeudoplasma als abgeſtorbene Theile nach außen entleert. Hierin kommt unſere Afterbildung ganz mit der Verſchwärung (Exulceration) überein und es läßt ſich zwiſchen beiden weder pathologiſch noch morphologiſch eine ſtrenge Grenze ziehen. Daß aber die zerſtörende Wirkung der Geſchwülſte in der Regel nur eine mechaniſche iſt, wird durch viele Erfahrungen beſtätigt. Immer ſtirbt nur der Theil des Gewebes ab, welcher unmittelbar in den Bereich der Geſchwulſt gehört und von ihr eingeſchloſſen wird. So iſt es z. B. immer bei Tuberkelknoten in den Lungen, bei Skirrhusknoten in der Leber. Alle zwiſchen den Geſchwülſten liegenden Theile des Gewebes ſind (abgeſehen natürlich von anderen Veränderungen, die mit der Geſchwulſt in gar keinem oder nur einem Cauſalzuſammenhang ſtehen) vollkommen geſund. Eine ſkirrhöſe Leber ſondert in ihren geſunden Partien nach wie vor normale Galle ab. Eine tuberkulöſe Lunge ſteht ſo lange ihrer normalen Function vor, als ſie noch eine einzige geſunde Stelle hat, und der Kranke ſtirbt unter denſelben Erſcheinungen, welche eintreten, wenn die Lunge durch andere Proceſſe zur Ausübung ihrer Functionen untauglich wird.

Bösartige Geſchwülſte können überdies ebenſo gut heilen, als jedes andere Geſchwür, wenn nach vollendeter Erweichung die Dispoſition zu ihrer Bildung erſchöpft iſt. So findet man gar nicht ſelten geheilte Lungentuberkeln. Die Heilung geht hier ebenſo vor ſich, wie bei jedem Geſchwür. Die erweichte Maſſe wird nach außen entleert oder verſchwindet durch Reſorption. Der Subſtanzverluſt wird, wenn er überhaupt erſetzt wird, durch Narbenſubſtanz ausgefüllt, welche ſich ganz nach den allgemeinen früher betrachteten Geſetzen der Regeneration ausbildet; oder es bleibt ein Theil der Tuberkelmaſſe als Concretion zurück.

Den Gegenſatz zur Heilung bildet das Fortſchreiten des Uebels. Dieſes erfolgt:

1. Durch Fortdauer der Dispoſition. Aus demſelben Grunde, aus welchem ſich der erſte Tuberkel, Markſchwamm oder Skirrhus-Knoten in einem Individuum gebildet hat, entſteht ein zweiter, dritter u. ſ. f., bis endlich beim Fortſchreiten des Uebels durch Zerſtörung wichtiger Organe und durch hektiſches Fieber der Tod eintritt.

2. Es wurde ſchon früher erwähnt, daß bei jeder Bildung organiſirter Theile das umgebende Gewebe einen Einfluß auf die Entwicklung eines in ſeiner Nähe befindlichen Blaſtemes ausübt und daſſelbe veranlaßt, ſich zu einem ihm ähnlichen Gewebe zu entwickeln. Daſſelbe gilt von den Pſeudoplasmen. Sie zeigen die Tendenz, die in ihrer Nähe befindliche Ernährungsflüſſigkeit in ein ihnen ähnliches Gebilde umzuwandeln. Auf dieſem Wege wachſen ſie auch dann noch fort, wenn die allgemeine Dispoſition, welche ſie hervorrief, getilgt iſt.

Auf dieſer Art ihrer Vergrößerung beruht die Möglichkeit, durch eine Exſtirpation ihren ferneren Fortſchritten Grenzen zu ſetzen. Die Exſtirpation hilft alſo nur inſofern, als ſie das Wachsthum derſelben hindert und die Nachtheile aufhebt, welche ihre Erweichung begleiten. Die Operation muß eine radikale ſein; bleibt ein Theil der Geſchwulſt zurück, ſo wächſt dieſe ſchneller als zuvor, weil in Folge der Operation eine größere Menge von Blutplasma abgeſondert wird, als zuvor, welches dann meiſt ſeiner ganzen Maſſe nach in Pſeudoplasma übergeht. Die Exſtirpation hilft aber nicht immer: iſt die Diſpoſition nicht vorher getilgt, ſo wird dieſelbe Urſache, welche die erſte Geſchwulſt hervorrief, trotz der Operation eine zweite und dritte ins Leben treten laſſen und die Krankheit wird nach wie vor ihre Fortſchritte machen.

Wir gehen nun zu den einzelnen Arten der Pſeudoplasmen über und betrachten zuerſt die unvollkommen organiſirten.

Typhusmaſſe.

Ich verſtehe hierunter die Materie, welche bei Typhuskranken in verſchiedenen Organen abgelagert wird, am häufigſten im Darmkanal, in den Brunn'ſchen und Peyer'ſchen Drüſen, vorzüglich am Ende des Dünndarmes, in den Meſenterialdrüſen, den Lungen, der Luftröhre, dem Kehlkopf. Dieſe Ablagerungen bilden eine gelblichweiße Maſſe, welche unter dem Mikroſkope vollkommen amorph erſcheint und ſich gegen chemiſche Reagentien ganz wie geronnener Faſerſtoff verhält — ſie wird durch Eſſigſäure blaß, durch Ammoniak und kauſtiſches Kali aufgelöſ't. Sie gleicht ganz dem entzündlichen Exſudat, erfüllt wie dieſes die Zwiſchenräume der normalen Gewebstheile und hat wahrſcheinlich mit demſelben einen gleichen Urſprung.

Ihre Entwicklung beſteht darin, daß ſie ſich erweicht. Sie zeigt dabei eine ſehr unvollkommene Zellenbildung, oft kaum Spuren derſelben, und zerfällt zuletzt in eine unbeſtimmte, feinkörnige Maſſe, welche ganz mit der zerfallenen Tuberkelmaſſe übereinkommt [1]). Ihre Ablagerung in den Lungen gleicht oft in hohem Grade der Tuberculosis acuta, ja iſt von dieſer bisweilen gar nicht zu unterſcheiden.

Skrophulöſe Materie.

Sie findet ſich bei ſkrophulöſen Individuen in die Lymphdrüſen faſt aller Körpertheile abgelagert und bildet eine Maſſe von weißer oder gelblicher Farbe, die bald feſter, ſpeckig, bald weicher, käſeähnlich erſcheint. Unter dem Mikroſkope zeigt ſie ſich amorph oder unbeſtimmt körnig und verhält ſich chemiſch wie eine Proteinverbindung mit mehr oder weniger Fett gemiſcht. Das gewöhnliche Endreſultat ihrer Entwicklung iſt Erweichung. Dieſe Erweichung beruht immer auf einem Zerfallen der Maſſe, welches entweder unmittelbar eintritt oder in Folge einer unvollkommenen Zellenbildung [2]). Das Produkt der Erweichung iſt eine gelblichweiße, eiterähnliche Maſſe, die aus einem unbeſtimmten körnigen Detritus mit Fetttropfen und Fettkörnchen beſteht. Gewöhnlich wird die erweichte Maſſe nach Außen entleert: in ſeltneren Fällen wird ein Theil von ihr reſorbirt, während ein anderer Theil, die Kalkſalze, zurückbleiben und eine Concretion bilden.

Dieſe beiden Materien, die Typhusmaſſe und die ſcrophulöſe Materie,

---

[1]) Vgl. Icones. Taf. 6. [2]) Siehe Icones. Taf. 6.

bilden die Zwiſchenſtufen zwiſchen der Eiterung und den eigentlichen Pſeudoplasmen. Wo ſie gutartig ſind, nähern ſie ſich mehr der erſtern, wenn ſie dagegen in großen Maſſen auftreten und einen mehr chroniſchen Verlauf zeigen, ſchließen ſie ſich mehr an letztere an.

Tuberkeln.

Früher bezeichnete man mit dieſem Namen, dem eigentlichen Sinne des Wortes »tuberculum« gemäß, alle Arten von Geſchwülſten, welche Knoten bilden, und noch zu Anfange dieſes Jahrhunderts nannte Baillie die fibröſen Geſchwülſte der Gebärmutter »tubercles«. In neuerer Zeit wird der Begriff Tuberkeln enger gefaßt und man beſchränkt ihn auf gewiſſe Geſchwülſte, welche in Folge einer eigenthümlichen Krankheitsanlage, der Tuberkuloſis, entſtehen.

Die eigentlichen Tuberkeln findet man zwar faſt in allen Theilen des Körpers, am häufigſten aber bekanntlich in den Lungen. Nicht alle Geſchwülſte jedoch, die man in Sectionsberichten mit dieſem Namen bezeichnet findet, ſind wahre Tuberkeln. Dies gilt namentlich von den Tuberkeln des Gehirnes. Sehr häufig werden fibröſe Geſchwülſte, die von der dura mater ausgehen, oder amorphes Faſerſtoffexſudat mit dieſem Namen bezeichnet.

Aber auch die wahren Tuberkeln zeigen in ihren gröberen anatomiſchen Verhältniſſen und in ihrem hiſtologiſchen Baue manche Verſchiedenheiten. Bald bilden ſie iſolirte Knoten, von der Größe eines Hirſekorns bis zu der einer Wallnuß, die auch dann, wenn ſie in größerer Menge vorkommen, in keiner Verbindung miteinander ſtehen, bald iſt ein großer Theil eines Organes mit abgelagerter Tuberkelmaſſe infiltrirt, in einen Tuberkel umgewandelt. Dieſe anatomiſchen Verhältniſſe haben indeß auf die hiſtologiſche Anordnung keinen Einfluß. Die Eigenſchaften der Tuberkel ſind ferner verſchieden nach dem Grade ihrer Entwicklung. Im Anfange, ſoweit man ſie rückwärts nach ihrem Urſprunge hin verfolgen kann, zeigen ſie eine mattweiße oder graue Farbe, ſind halbdurchſcheinend, weicher und homogener als ſpäter. Darauf, wenn man will, im zweiten Stadium, iſt die Tuberkelmaſſe gelbweiß, undurchſichtiger, feſter und bald knorpelhart, bald brüchig und mürbe. Zuletzt endlich ſind die Tuberkeln entweder erweicht, und dann in eine graugelbe, eiterähnliche, wohl auch bröckliche, grumöſe Flüſſigkeit von ziemlicher Conſiſtenz verwandelt, oder ſie ſind erhärtet und bilden dann bald eine weiße, kreideartige Maſſe, bald eine ſteinharte Concretion.

Dieſen ſchon mit unbewaffnetem Auge erkennbaren Verſchiedenheiten entſprechen auch hiſtologiſche Differenzen, und zwar die folgenden: Im früheſten Zuſtande erſcheint die Tuberkelſubſtanz unter dem Mikroſkope faſt ganz amorph und homogen (höchſtens mit Fetttropfen und Körnchen gemengt). Sie iſt bereits feſt, doch geht aus der Art ihrer Ablagerung zwiſchen die normalen Elemente des Gewebes hervor, daß ſie im flüſſigen Zuſtande abgeſondert worden ſein muß. Sie erfüllt nämlich alle Zwiſchenräume zwiſchen den normalen Gewebselementen, wie man vorzüglich deutlich an den Lungen ſieht [1]). Dem chemiſchen Verhalten nach gehört die Maſſe ohne Zweifel zu den Proteinverbindungen, ob ſie aber Fibrin, Albumin, Caſein oder eine andere noch unbekannte Modification des Protein ſei, iſt bis jetzt noch nicht beſtimmt, frühere derartige Verſuche aber, wie z. B. die von Preuß angeſtellten, der ſie für Caſein hält, haben gegenwärtig keinen entſcheidenden Werth mehr.

[1]) Icones hist. path. Taf. 15.

Im weitern Verlauf der Entwicklung wandelt ſich jenes amorphe Blaſtem in Zellen um. Man ſieht anfangs ſehr viele Zellenkerne, rund, von $^1/_{400}$''' Dchm., die durch Eſſigſäure nicht afficirt werden. Später bilden ſich um dieſe auch Zellenwände. Die ausgebildeten Zellen haben verſchiedene Formen und Größen, ſind oval, rund, geſchwänzt, unregelmäßig, mit oder ohne körnigen Inhalt [1]). In der Tuberkelmaſſe ſelbſt ſah ich nie Gefäße; wo ſie vorkommen, da gehören ſie dem normalen Muttergewebe an, in das die Tuberkeln abgelagert ſind. Nach vollendeter Ausbildung des Tuberkels zerfallen die Zellen zu einem ganz unbeſtimmten Detritus, der feinkörnig amorph, mit Fetttropfen, Körnchen und Choleſterinkryſtallen gemiſcht erſcheint; die Flüſſigkeit, in welcher dieſe Elemente ſuſpendirt ſind, wird meiſt durch Eſſigſäure und Alaun koagulirt. Die erweichte Tuberkelmaſſe enthält ferner immer Fragmente von abgeſtorbenen Partien des in ihr eingeſchloſſenen Muttergewebes, ſo in den Lungen immer Partien abgeſtorbener Lungenfaſern und die Gegenwart der letzteren im Auswurf kann die Diagnoſe weſentlich unterſtützen [2]).

Der eben beſchriebene Vorgang gilt aber nicht für alle Tuberkeln in demſelben Maße. Die erweichte Tuberkelſubſtanz hat in allen Fällen dieſelbe Beſchaffenheit, aber die ihr vorhergehende Zellenbildung iſt nicht immer gleich deutlich. Bisweilen ſind die Zellen ſehr entwickelt, die ganze Tuberkelſubſtanz beſteht daraus; in anderen Fällen aber iſt die Zellenbildung ſehr unvollkommen und der Tuberkel geht unmittelbar aus dem amorphen Zuſtand in jenen organiſchen Detritus über. Dies ſind die Fälle, wo ſich die Tuberkeln an die ſkrophulöſe Materie anſchließen. Aus meinen ziemlich zahlreichen Beobachtungen hierüber glaube ich den Schluß ziehen zu können, daß die Zellenbildung um ſo deutlicher hervortritt, je beſtimmter und ausgeprägter die Krankheit, je erethiſcher das Individuum iſt — um ſo weniger deutlich dagegen, je torpider das Individuum iſt, je mehr ſich die Tuberculoſis der Scrophuloſis nähert.

Durch die Erweichung der Tuberkeln werden immer nur die Theile des Muttergewebes zerſtört, zwiſchen welche die Tuberkelſubſtanz abgelagert iſt; das umliegende Gewebe wird von ihnen nicht afficirt, ein Beweis, daß die Tuberkeln keine chemiſche oder dynamiſche Wirkung in die Ferne ausüben. Doch können ſie durch Reizung ihre Umgebung in Entzündungszuſtand verſetzen, und man findet dann gewöhnlich Körnchenzellen in der Umgebung des Tuberkels, was zeigt, daß der Einfluß der Tuberkeln nicht immer ſtark genug iſt, das in ihrer Nähe befindliche Plasma in eine ihnen homologe Materie umzuwandeln.

Markſchwamm.

Syn. Medullarſarkom, fungus medullaris, Encephaloid, Cephaloma.

Die Bezeichnung »Markſchwamm« iſt eine ſehr ſchwankende. Es giebt Geſchwülſte, die Jeder ſogleich für Markſchwamm erklärt, andere dagegen, von denen es ſich nicht angeben läßt, ob ſie hierher oder zum Skirrhus gehören. Beide Formen hängen auf das Innigſte mit einander zuſammen und gehen, ſelbſt hiſtologiſch, in einander über.

Der Prototyp des Markſchwamms bildet eine weiche Geſchwulſt von der Conſiſtenz des Gehirnes, die ſich durch Schaben und Drücken in eine breiige,

[1]) S. Icones. Taf. 6 u. Taf. 15. [2]) S. Icones Taf. 15.

eiterähnliche Maſſe auflöſen läßt und häufig ein täuſchendes Gefühl von Fluctuation gewährt. Seine Farbe iſt gelblichweiß, bisweilen mehr röthlich, wenn er zahlreiche Blutgefäße enthält; grau oder ſelbſt ſchwärzlich, wenn er mit Melanoſe combinirt erſcheint. In ſeiner Conſiſtenz zeigen ſich Verſchiedenheiten nach dem Stadium ſeiner Entwicklung: er erſcheint gewöhnlich um ſo weicher, je älter er iſt. Zuletzt erweicht er vollſtändig und geht in eine eiterige Flüſſigkeit über. Die Erweichung iſt bald eine allgemeine, ein ganzer Knoten erſcheint gleichmäßig in Brei verwandelt, — bald lokal, in der feſteren Markſchwammmaſſe finden ſich einzelne erweichte Punkte.

Die hiſtologiſchen Verhältniſſe des Markſchwamms ſind ſchon von Joh. Müller ausführlich beſchrieben worden [1]). Die Reſultate meiner zahlreichen Unterſuchungen ſtimmen im Weſentlichen ganz mit ſeinen Angaben überein. Immer fand ich als weſentliches Element des Markſchwamms in den verſchiedenſten Körpertheilen Zellen. Dieſe entwickeln ſich ohne Zweifel aus einem amorphen Blaſtem, welches ſich aber der Beobachtung entzieht. Wahrſcheinlich bleibt es flüſſig und geht in dieſem Zuſtand, ohne erſt vorher zu gerinnen, in die Entwicklung über. Die Zellen des Markſchwamms haben eine ſehr verſchiedene Form und Größe, man ſieht ſie oval, rundlich, geſchwänzt, oft ſehr mannigfaltig veräſtelt, ähnlich den Pigmentzellen der Lamina fusca. Faſt alle dieſe Zellen zeigen einen deutlichen Kern mit oder ohne Kernkörperchen. Manche Zellen enthalten ſehr viele Zellenkerne; ich zählte in einzelnen 10 — 20. Nicht ſelten ſieht man größere Zellen, die eine oder mehrere kleinere enthalten (Mutterzellen mit Tochterzellen). Wo ich den Vorgang bei der Zellenbildung deutlich beobachten konnte, da ſchienen mir immer die Zellenkerne zuerſt, vor den Zellen, zu entſtehen. Sehr häufig zeigten ſich Kerne ohne umgebende Zellen, theils einzeln, theils in größeren Partien vereinigt; ſehr ſelten Zellen ohne Kerne [2]). Die Zellen eines und deſſelben Markſchwamms zeigen in der Regel denſelben oder einen ähnlichen Charakter, bald herrſchen die runden oder ovalen vor, bald die geſchwänzten; in anderen Fällen ſieht man faſt nur große mit zahlreichen Cytoblaſten oder Mutterzellen. Selten erſcheinen ſehr verſchiedene Zellen mit einander gemiſcht.

Die Zellen bilden immer das vorherrſchende und weſentliche Element des Markſchwamms, bisweilen bilden ſie ohne alle fremdartigen Theile, ohne alles ſichtbare Bindemittel enge aneinander geſchloſſen die ganze Geſchwulſt, wie ich namentlich in einem Markſchwamm des Magens ſehr deutlich ſah. In anderen Fällen findet man zwiſchen den Zellen ein faſeriges Grundgewebe — Stroma —, wo dieſes vorherrſcht, geht der Markſchwamm in Skirrhus über, eine Combination, die bei dieſem Pſeudoplasma genauer betrachtet werden ſoll. Eine andere ſeltner vorkommende Combination iſt die mit Melanoſe. Sie kommt dadurch zu Stande, daß ſich zwiſchen die eigentlichen Markſchwammzellen Zellen einſchieben, die mit ſchwarzem Pigment gefüllt ſind. Sind dieſe weniger zahlreich und gleichmäßig vertheilt, ſo erſcheint der Markſchwamm gleichmäßig grau, ſind ſie auf einzelne Stellen beſchränkt, ſo zeigt er ſich marmorirt oder geadert. Wo die Melanoſe vorherrſcht, erſcheint die Geſchwulſt ſchwarz und bildet die bösartige Melanoſe. Nicht immer, aber doch ſehr häufig enthält der Markſchwamm Gefäße.

---

[1]) Bau der Geſchwülſte. S. 19 ff.

[2]) Eine Reihe von Abbildungen, die dieſe Angaben erläutern und belegen ſ. in Icones hist. path. Taf. 6.

Man kann dieſe Combination als eine Verbindung mit Telangiektaſie betrachten. Er iſt bisweilen ſehr reich daran und wird dann zum bösartigen Blutſchwamm (fungus haematodes).

Die Erweichung des Markſchwamms iſt in ſeiner Natur begründet. Sie erfolgt dadurch, daß die ihn bildenden Zellen nach Vollendung ihrer Entwicklung ſich von einander trennen, zum Theil auch zerfallen, und daß dieſer Detritus ſich mit den vorhandenen Flüſſigkeiten zu einer eiterähnlichen Emulſion miſcht. Dieſe erweichte Markſchwammmaſſe, fälſchlich Eiter genannt, gleicht ganz der erweichten Tuberkelmaſſe, nur enthält ſie gewöhnlich noch deutlichere Zellenreſte und unzerſtörte Zellen, auch Mutterzellen und Zellen mit vielen Cytoblaſten, ſie iſt auch gewöhnlich reicher an Fett und an Choleſterinkryſtallen als jene.

Es giebt auch einen falſchen Markſchwamm, der dem wahren in allen ſeinen Eigenſchaften ſo täuſchend ähnlich ſieht, daß er nur durch die mikroſkopiſche Unterſuchung von ihm unterſchieden werden kann. Ich habe zwar nur einen Fall davon beobachtet, aber man wird ihn ohne Zweifel öfter wieder finden, wenn ſolche Geſchwülſte häufiger als bisher mikroſkopiſch unterſucht werden. Die Geſchwulſt ſaß in den Lungen, hatte ganz das Anſehen des Markſchwamms und wurde auch von allen bei der Section anweſenden Aerzten dafür erklärt. Die mikroſkopiſche Unterſuchung zeigte aber bloß eine Anhäufung von mikroſkopiſchen Fetttropfen, die in ungeheuerer Anzahl zwiſchen das normale Lungengewebe abgelagert waren [1]). Ein ſolcher aus Fett beſtehender Pſeudomarkſchwamm iſt aber wahrſcheinlich durchaus gutartig.

Vergleicht man nach dem Geſagten den Markſchwamm mit dem Tuberkel, ſo findet man im Allgemeinen als Unterſcheidungsmerkmal beider Pſeudoplasmen, daß der Markſchwamm eine ausgeprägtere Organiſation, eine deutlichere Zellenbildung zeigt. Indeſſen laſſen ſich manche ausgebildete Tuberkeln mit deutlicher Zellenbildung kaum vom Markſchwamm unterſcheiden. Von den allgemeinen Krankheitserſcheinungen, welche beide Pſeudoplasmen begleiten, und ihren Unterſchieden, kann natürlich hier keine Rede ſein.

Skirrhus.

Die hierher gehörigen Geſchwülſte bilden ebenſo wenig wie die früher betrachteten eine ſtreng begrenzte Species, wohl aber eine, auch hiſtologiſch gut charakteriſirte Gruppe. Das Unterſcheidungszeichen derſelben vom Markſchwamm iſt im Allgemeinen die größere Härte und Feſtigkeit der hierher gehörigen Geſchwülſte, daher der Name Skirrhus ein ſehr paſſender. Indeſſen ſind manche Unterarten ſehr weich, ſelbſt weicher als Markſchwamm, und dieſen phyſikaliſchen Verſchiedenheiten entſprechen auch hiſtologiſche Differenzen, die aber mehr auf dem Vorwalten des einen oder andern Gewebtheiles, als auf einem Hinzutreten neuer hiſtologiſcher Elemente beruhen.

Im ausgebildeten, reifen Skirrhus finden ſich aber folgende Elemente:

1. Zellen. Sie gleichen im Allgemeinen den beim Markſchwamm beſchriebenen, zeigen aber in verſchiedenen Fällen ſehr große Verſchieden-

[1]) Eine vollſtändige Beſchreibung dieſes Falles mit Abbildung ſ. in Icones Taf. 6. Fig. 13.

heiten. Bald ſieht man bloße Zellenkerne mit Kernkörperchen (Fig. 7 a), bald ſind ſie von ſehr blaſſen Zellen umgeben (b). In anderen Fällen ſind die Zellen vollkommen ausgebildet, dann meiſt rundlich, oft mit Körnchen beſetzt, oder mit körnigem Inhalt (c). Geſchwänzte Zellen ſah ich ſelten; wo ſie vorkamen, ſchienen ſie mir in der Entwicklung begriffene Faſern zu ſein. Dagegen ſah ich bisweilen ſehr charakteriſtiſche Zellen mit ſehr dicker Zellenwand, die einen doppelten Contour zeigte, und körnigen Inhalt (d). Häufig ſind den Zellen Körnchen und Fetttröpfchen beigemengt, bald einzeln, bald in Haufen vereinigt, auch bisweilen, wie es ſcheint, in Zellen eingeſchloſſen [1]).

Fig. 7.

2. Faſern: ſind immer vorhanden, wenn auch bisweilen weniger deutlich. Bald gleichen ſie vollkommen den organiſchen Muskelfaſern und ſind, wie dieſe, breiter, bandartig, bald ſind ſie ſchmaler als dieſe und nähern ſich mehr den Faſern der fibröſen Häute. Beide Arten von Faſern verſchwinden durch Behandlung mit Eſſigſäure, indem dafür Zellenkerne und Kernfaſern hervortreten. Auch elaſtiſche Faſern finden ſich nicht ſelten im Skirrhus; ſie unterſcheiden ſich von den anderen Faſern durch ihre Unlöslichkeit in Eſſigſäure, ihre häufigen dichotomiſchen Theilungen und durch Eigenthümlichkeiten in ihrer Anordnung, wovon wir ſogleich ausführlicher ſprechen werden. Bisweilen finden ſich auch Faſern mit regelmäßigen varicöſen Anſchwellungen, deren jede einen Kern enthält (Krauſe's Knötchenfibrillen, Valentin's fadig aufgereihtes Epithelium).

Die Anordnung dieſer Faſern iſt eine ſehr verſchiedene. Häufig erſcheinen ſie parallel, oder ganz unregelmäßig gelagert; man ſieht dies am häufigſten bei den dünneren Faſern, welche denen des Zellgewebes entſprechen. In anderen Fällen laufen ſie concentriſch und bilden runde Kapſeln, deren Inneres mit Zellen erfüllt iſt (Fig. 8). Dann gleichen die Faſern gewöhnlich den einfachen Muskelfaſern. Eine eigenthümliche Anordnung zeigen die elaſtiſchen Faſern; ſie bilden bald ein Gitterwerk mit ſehr engen, wie es ſcheint leeren Zwiſchenräumen (Fig. 9 a), bald rundliche Schlingen mit größeren Maſchen, die gewöhnlich mit Zellen erfüllt ſind (b) [2]).

Fig. 8.

Fig. 9.

Dieſe Faſern von einer oder der andern Art bilden gewöhnlich die Grundlage, das Stroma, in welche die anderen Elemente, namentlich die Zellen, eingebettet ſind. In der Regel treten neben den Faſern auch Blutgefäße auf.

3. Neben den Zellen und Faſern findet ſich zwar nicht immer, aber doch häufig als weſentlicher

---

[1]) S. Icones hist. path. Taf. 8 u. Taf. 24. Viele Abbildungen ſ. b. Müller a. a. O.

[2]) Icones hist. path. a. d. a. O.

Bestandtheil des Skirrhus eine schleimige Flüssigkeit, die durch Essigsäure und Alaunlösung coagulirt wird (Pyine ?).

Diese beschriebenen Elemente sind jedoch in sehr wechselnder Menge zugegen, bald herrscht das eine, bald das andere vor, ja in einem und demselben Skirrhusknoten zeigen einzelne Partien oft eine ganz andere histologische Anordnung, als die übrigen. Daher denn auch von verschiedenen Schriftstellern viele Unterarten des Krebses beschrieben werden, die sich durch ihre physikalischen Eigenschaften unterscheiden. Es giebt aber so viele Uebergänge zwischen diesen Formen, daß nur wenige, deutlich charakterisirte Typen eigene Namen verdienen.

Am deutlichsten charakterisirt ist der Gallertkrebs (Alveolarkrebs, Cancer gélatiniforme), dessen physikalische Eigenschaften durch Laennec, Cruveilhier, Carswell, Otto u. A. hinreichend bekannt sind. In ihm herrscht immer die eben beschriebene schleimige durch Essigsäure und Alaunlösung gerinnende Flüssigkeit vor. Diese Flüssigkeit enthält gewöhnlich sehr blasse Zellen, die oft im Verhältniß zu denen der übrigen Skirrhusarten eine sehr bedeutende Größe erreichen.

Der Gallertkrebs hat unter allen Formen des Skirrhus die geringste Consistenz, es giebt jedoch andere Arten, die sich histologisch bestimmt von ihm unterscheiden, aber fast eben so weich sind. Sie enthalten ebenfalls jene schleimige Flüssigkeit, aber als vorwaltenden Bestandtheil eine große Menge Zellen und verhältnißmäßig nur wenig Fasern. Sie nähern sich histologisch sowohl als in ihren physikalischen Eigenschaften am meisten dem Markschwamm. Ein sehr schönes Beispiel dieses Typus bildet ein von mir untersuchter weicher Krebs des Kniegelenkes [1]).

Das entgegengesetzte Extrem bildet der feste Krebs, der nicht selten den Knorpeln an Härte und Festigkeit gleich kommt, so daß er beim Durchschneiden knirscht. In ihm herrschen immer die Fasern vor, bisweilen in so hohem Grade, daß man die sparsam eingestreuten Zellen leicht ganz übersehen kann. Diese Art des Skirrhus reiht sich daher histologisch den Fasergeschwülsten an, namentlich den Fibroiden, und sie hatte ohne Zweifel Valentin im Auge, wenn er sagt [2]), »daß die fibrösen Geschwülste des Uterus mit dem ächten Skirrhus durchaus in jeder Beziehung übereinstimmen«.

Zwischen diesen beiden Extremen, in deren einem die Fasern, im andern die Zellen überwiegend vorherrschen, finden sich aber die mannigfaltigsten Uebergangsformen, ja in einem und demselben Skirrhusknoten sind bisweilen diese Elemente in discrete schon mit unbewaffnetem Auge erkennbare Partien gesondert. Auf diese Weise entsteht Müller's Carcinoma reticulare, indem Gruppen von weißgelben Zellen in Form eines unregelmäßigen Netzwerkes in die mehr graue faserige Grundlage eingesprengt sind, wodurch ein Durchschnitt des Krebses für das unbewaffnete Auge ein marmorirtes Ansehen erhält [3]). Von einer eigenthümlichen Einlagerung der Krebszellen in runde durch vereinigte Fasern gebildete Kapseln war schon oben die Rede. Bei manchen Krebsen verlaufen die Fasern geradlinig, radienartig vom Mittelpunkt nach der Peripherie; man beobachtet dies vorzüglich häufig beim Leberkrebs. Andere histologische Verschiedenheiten des Krebses hängen mit seiner Entwicklung zusammen; von ihnen wird sogleich die Rede sein. Das von

---

[1]) S. Icones h. path. Taf. 8 Fig. 6.
[2]) Repertorium. Bd. 2 S. 275.
[3]) S. J. Müller a. a. O. S. 15 u. die dazu gehörigen Abbildungen auf Taf. 1.

Müller beſchriebene Carcinoma fasciculatum oder hyalinum in friſchem Zuſtande zu unterſuchen, hatte ich leider bisher noch keine Gelegenheit, muß deßhalb ganz auf die von Müller davon gegebene Beſchreibung [1]) verweiſen. Das Carcinoma melanodes zeigt ganz die gewöhnlichen Elemente des Skirrhus, außerdem aber noch Pigmentzellen in größerer oder geringerer Anzahl.

Wir reihen hieran noch einige Bemerkungen über die Entſtehung des Krebſes und ſeine weiteren Schickſale. Ich hatte ein paarmal Gelegenheit, die hiſtologiſchen Vorgänge bei der Entſtehung dieſes Pſeudoplasma ſehr deutlich verfolgen zu können und fand dabei mit großer Uebereinſtimmung immer das Folgende: Als erſte Grundlage des künftigen Skirrhus war ein vollkommen amorphes Blaſtem zu erkennen. Es war feſt, glich morphologiſch ganz dem geronnenen Faſerſtoffexſudat und verhielt ſich chemiſch wie eine Proteinverbindung. Dieſes Blaſtem war in die Zwiſchenräume zwiſchen die Elementartheile der Gewebe abgelagert und umſchloß dieſelben auf das Genaueſte; ſo ſah ich es in der Lunge, in der Leber, im Zellgewebe. In dieſem Blaſtem entwickelten ſich Zellen. Dieſe Zellen waren theils ſolche, welche den wieder zerfallenden Zellen des Markſchwamms und Skirrhus entſprachen, theils waren ſie geſchwänzt und ſchienen den Uebergang in Faſern darzuſtellen. Bisweilen waren es aber ſehr große Zellen mit dicken Wandungen, welche letztere ſich zu hohlkugeligen, concentriſchen Faſerpartien zu entwickeln ſchienen, während die Zellenhöhle ſich mit runden Zellen erfüllte [2]). Hat der Krebs ſeine vollſtändige Entwicklung erreicht, ſo fängt er an, in Erweichung überzugehen. Dabei zerfallen immer die Zellen zuerſt; die Faſern widerſtehen länger, ſie ragen noch eine Zeitlang als Brücken und Faſern in die Höhle des erweichten Krebſes hinein, ſpäter ſterben ſie jedoch, des organiſchen Zuſammenhanges mit ihren Umgebungen beraubt, gleichfalls ab, zerfallen und werden ausgeleert. Eben wegen dieſes Widerſtandes der Faſern iſt der Verlauf des Krebſes um ſo acuter, je mehr er ſich dem Markſchwamm nähert, je mehr die Zellen in ihm vorherrſchen, — um ſo chroniſcher, je mehr er verhältnißmäßig Faſern enthält. Schon Meckel machte die Bemerkung [3]), daß der Markſchwamm in der Regel in eben ſo viel Monaten tödtet, als der Krebs Jahre braucht. Die hiſtologiſche Anordnung erklärt die Urſache dieſer Verſchiedenheit auf das Vollſtändigſte.

Die Weiterverbreitung des Skirrhus und Markſchwamms erfolgt ganz nach denſelben Principien, welche für die bösartigen Geſchwülſte überhaupt aufgeſtellt wurden: 1. durch Wachsthum der einmal vorhandenen Knoten nach den allgemeinen Geſetzen des organiſchen Wachsthums — und auf der Verhinderung dieſes Wachsthums beruht der Nutzen, welchen die Exſtirpation ſolcher Skirrhus- und Markſchwammknoten gewährt, die der Kunſthülfe zugänglich ſind, und 2. durch Erzeugung neuer Markſchwamm- und Skirrhusknoten bei fortdauernder allgemeiner Krankheitsdispoſition.

Es iſt hier der Ort, von gewiſſen Bildungen zu ſprechen, welche mit mehren der erwähnten pathologiſchen Neubildungen in Zuſammenhang zu ſtehen ſcheinen — ein Zuſammenhang, der vorzüglich in neueſter Zeit die allgemeine Aufmerkſamkeit auf ſich gezogen und manche Controverſen veranlaßt hat. Ich meine die ſogenannten paraſitiſchen Bildungen. Es ſind dies ſelbſtſtändige Organismen, thieriſche oder pflanzliche Individuen,

---

[1]) A. a. O. S. 22.
[2]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 8. Fig. 10.
[3]) Pathelog. Anatomie II. 2. S. 301.

und sie gehören deßhalb nicht zu den pathologischen Geweben; aber gar nicht selten finden sie sich in pathologischen Neubildungen, stehen mit denselben in einem innigen Zusammenhang und verdienen insofern hier eine kurze Berücksichtigung.

Die hierhergehörigen thierischen Individuen sind Species aus den Classen der Insecten, der Arachniden, der Helminthen, der Infusorien; die Pflanzen dieser Art gehören meist den Pilz- und Schimmelbildungen an und die am häufigsten vorkommenden derselben sind wahrscheinlich den Gattungen Oidium (Link) und Torula beizuzählen [1]). Außerdem kommen aber auch noch ganz eigenthümliche Bildungen vor, deren Stellung im System der organischen Natur noch zweifelhaft ist. Sie wurden bis jetzt nicht beim Menschen, nur bei Thieren (Fischen) gefunden und von Joh. Müller Psorospermien genannt.

Das Verhältniß dieser verschiedenen Parasiten zum thierischen Organismus und zu dessen pathologischen Neubildungen ist offenbar ein verschiedenes und läßt sich unter folgenden Gesichtspunkten betrachten: Die meisten dieser Parasiten, namentlich die höher organisirten thierischen Individuen, kommen von außen her, durch mehr oder weniger zufällige Veranlassungen an und in den Organismus. Sie werden für denselben schädlich, indem sie wie jede andere äußere Krankheitsursache auf ihn einwirken, und der Grad ihrer Schädlichkeit hängt ab von dem Grade ihrer Extensität und Intensität als krankmachende Potenz. Dies gilt von den Läusen, von dem gewöhnlichen Floh; ihre Intensität als Krankheitsursache ist aber nur eine sehr geringe. Bedeutender ist sie beim Pulex penetrans und bei der wahrscheinlich hierher gehörenden Filaria medinensis. Die Frage, ob die eigentlichen Entozoen hierher gehören, hängt innig mit der Lehre von der Generatio aequivoca zusammen, dürfte aber nach den immer mehr zunehmenden Beobachtungen der neuesten Zeit bejahend beantwortet werden. Bei den Krätzmilben ist es zweifelhaft, ob sie selbst die Krankheitsursache bilden, oder nur als Träger eines Contagium die Entstehung der Krankheit vermitteln. Der Acarus comedonum dagegen [2]) scheint ein bloßer Parasit, der nur zufällig unter günstigen Umständen zur Krankheitsursache wird. Hieran schließen sich ganz unzweifelhaft auch mehre vegetabilische Bildungen: die Muscardine, die von Henle, Hannover, Stilling u. A. beobachteten confervenartigen Bildungen auf lebenden Thieren.

Dabei kommt aber offenbar noch ein zweites Moment in Betracht, wodurch in vielen Fällen die Bildung dieser Parasiten im lebenden Körper erst hervorgerufen, oder wenigstens begünstigt wird. Es sind dies gewisse ihrer Bildung vorausgehende Veränderungen im Körper selbst oder dessen einzelnen Theilen, Zersetzungen, die sich im Allgemeinen der Fäulniß nähern, oder wenigstens eine Geneigtheit zu derselben veranlassen. So entstehen Vibrionen und andere Infusorien nur in unreinen, fauligen Geschwüren, in schlecht gehaltenen Chankern, Hefenpilze kommen nur im diabetischen, nicht aber im normalen Urin vor. Die meisten Pilz- und Schimmelbildungen wurden auf halbzersetzten Pseudomembranen, bei Gangraena senilis, auf fauligen Geschwüren, oder bei einer allgemeinen Neigung des Körpers zur Zersetzung beobachtet. Bei den meisten parasitischen Bildungen sind die beiden erwähnten Momente, vorgängige Disposition des Körpers und äußere Krankheits-

[1]) S. Müller's Archiv 1842. S. 201.
[2]) G. Simon in Müller's Archiv 1842. S. 218 ff.

ursache, gleichzeitig zugegen. Der Parasit, oder der Keim desselben kommt von außen in den Körper, aber er entwickelt sich oder führt wenigstens zur Krankheit nur in dem Falle, wenn er eine ihm günstige krankhafte Disposition vorfindet; selten ist seine Energie so groß, daß er auch für einen ganz gesunden Organismus zur Krankheitsursache wird, ein Fall, wovon die Wirkung des Pulex penetrans ein lehrreiches Beispiel bildet.

Die genauere Betrachtung dieses Gegenstandes gehört nicht hierher, sie macht Untersuchungen nothwendig, welche tief in das Gebiet der Pathologie eingreifen, und hängt innig zusammen mit der Frage nach der Natur des Contagium, welche an einer andern Stelle dieses Werkes ihren Platz finden wird. Aber ein Gegenstand, der damit innig zusammenhängt, darf hier nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Mehre Beobachter der neuesten Zeit neigen sich der Ansicht zu, daß auch manche von den pathologischen Neubildungen, die wir im Vorhergehenden betrachtet haben, namentlich Skirrhus, Markschwamm und Tuberkel den parasitischen Bildungen beizuzählen seien. Parasiten in dem Sinne des Wortes, wie die erwähnten Thier- und Pflanzenbildungen sind jene Pseudoplasmen gewiß nicht, wenn sich auch nicht leugnen läßt, daß zwischen den individuellen Zellenbildungen, aus denen die niedrigsten Thiere und Pflanzen bestehen, und den Zellen, welche Theile höher organisirter Individuen bilden, eine große Analogie stattfindet. Wo aber die Grenze zwischen dem individuellen Leben der einzelnen Zellen und dem höhern Gesammtleben eines aus Zellen hervorgegangenen oder noch bestehenden Organismus gezogen werden muß, und ob sich wirklich eine solche strenge Grenze ziehen läßt, ist eine Frage, die mir gegenwärtig noch nicht zur Entscheidung reif scheint.

II. Pathologisches Schwinden und Zerfallen von Geweben.

Wie durch pathologische Einflüsse neue Gewebe entstehen, so können durch dieselben auch bereits vorhandene Gewebe zerstört, aufgelöst, zum Verschwinden gebracht werden. Die Art, wie dieses geschieht, kann eine sehr verschiedene sein und demgemäß werden die dabei stattfindenden Vorgänge auch mit verschiedenen Namen bezeichnet. In manchen Fällen verschwinden die Elementartheile der Gewebe langsam und allmälig, ohne daß sich morphologisch nachweisen läßt, was aus ihnen wird. Man pflegt dann zu sagen, sie werden resorbirt und der Theil des Körpers, den sie bilden helfen, schwindet, er verkümmert. Den Vorgang selbst, oder auch sein Resultat nennt man Atrophie. In anderen Fällen tritt die Vernichtung und Zerstörung der Gewebstheile rascher ein, es gelingt dann gewöhnlich der Beobachtung, die dabei stattfindenden Vorgänge nachzuweisen und zu zeigen, was aus den zerstörten Geweben wird. Aber diese Vorgänge, das davon abhängende physikalische und mikroskopische Verhalten der zerstörten Theile sind sehr mannigfaltig und darum auch die dafür gewählten Benennungen verschieden.

Um eine klare Einsicht in diese Processe zu bekommen, muß man zweierlei Momente, das genetische sowohl als das histologische, gleichzeitig im Auge behalten. Beide Momente gehen zwar immer Hand in Hand, aber ihr gegenseitiges Verhältniß ist sehr wechselnd. Nach Einwirkung derselben Ursache findet man nicht immer dieselbe histologische Veränderung und umgekehrt.

1. Allmäliges unmerkliches Schwinden der Gewebe, Atrophie. Wir sprechen hier nur von der Verkümmerung bereits ausgebildeter Gewebe, wiewohl sie ganz ebenso auch vorkommt bei der ersten Bildung, als mangel-

haſte Entwicklung. Bei der Atrophie verſchwinden die Gewebe auf dieſelbe unmerkliche Weiſe, wie beim Stoffwechſel, der die normale Ernährung und Umſetzung begleitet. Sie verſchwinden in kleinen, gewöhnlich ſelbſt mikroſkopiſch nicht wahrnehmbaren Partien und ihre Zerſetzungsproducte werden ſogleich von den allgemeinen Körperflüſſigkeiten aufgenommen und weggeführt. Die Urſache der Atrophie iſt im Allgemeinen eine gehinderte Ernährung, eine Verhinderung der normalen organiſchen Neubildung, welche, beſtändig vor ſich gehend, den Wiedererſatz der durch den Lebensact unbrauchbar gewordenen und aufgelöſ'ten Gewebstheile bewirkt. Speciell laſſen ſich anatomiſch folgende Veranlaſſungen derſelben nachweiſen: Verhinderung der Blutzufuhr durch Verſchließung der Arterien, welche entweder obliterirt ſind, oder von außen her durch Geſchwülſte u. dgl. dauernd comprimirt werden. Beiſpiele hiervon bilden die Atrophien des Gehirns bei Verknöcherung und Obliteration der Carotiden und Vertebralarterien; die öfters beobachteten Atrophien der Milz und des Uterus aus ähnlichen Urſachen; die Atrophie der Teſtikel nach Obliteration der Arteriae spermaticae. Hierauf beruht auch die öfters mit Glück verſuchte Methode, Geſchwülſte durch Unterbindung der zuführenden Arterien zu heilen oder wenigſtens auf ein kleineres Volumen zu reduciren. Wahrſcheinlich gehören hierher auch viele Arten der ſogenannten Atrophia senilis, namentlich die Atrophie des Lungengewebes bei Greiſen. Was hier die gehemmte Blutzufuhr bei einem einzelnen Organ, das bewirkt ohne Zweifel derſelbe Zuſtand, wenn er weiter verbreitet iſt, oder auch eine abnorme, zur Ernährung untaugliche Miſchung der Blutmaſſe allgemein für den ganzen Körper, und viele Fälle von Marasmus, die Abmagerung bei Tabes, bei Bleichſucht, der Zuſtand, den man im gemeinen Leben Abzehrung nennt, möchten wenigſtens zum Theil auf dieſer Urſache beruhen. Eine zweite Urſache der Atrophie iſt geſtörte Innervation. Sie läßt ſich auf zwei Momente zurückführen: einmal bewirkt eine lange fortdauernde Lähmung motoriſcher Nerven eine Atrophie der von ihnen verſorgten Muskeln, zweitens kann ohne Zweifel eine gehinderte oder veränderte Function der Nerven, welche der Ernährung vorſtehen, eine Atrophie veranlaſſen — doch fehlt für letztere Behauptung beim gegenwärtigen Stand unſerer Kenntniſſe vom vegetativen Nervenſyſtem der anatomiſche und phyſiologiſche Nachweis. Beiſpiele ſolcher Atrophien ſind die häufig beobachteten Fälle von örtlichem Schwinden eines oder mehrer Körpertheile bei Paralytiſchen, bei Localkrankheiten der Nerven; die Fälle von Atrophie der obern Extremität nach Luxationen des Humerus und dadurch bewirkten Druck auf den Plexus brachialis, der untern Extremität nach Verletzungen des Nervus cruralis und ischiadicus [1]). Die hierhergehörigen Fälle ſind aber phyſiologiſch deßhalb noch nicht vollkommen klar, weil ſich nicht beſtimmen läßt, wie viel auf der einen Seite die Paralyſe der motoriſchen, auf der andern die der organiſchen Nerven und vielleicht auch eine gleichzeitige Compreſſion der Gefäße zur Entſtehung und Ausbildung der Atrophie beitrug. Eine dritte, und verhältnißmäßig die allerhäufigſte Urſache von Atrophie, iſt Druck von außen. Hierbei wird zwar in manchen Fällen auch die Blutzufuhr abgeſchnitten, durch Compreſſion der kleineren Gefäße und der Capillaren, aber die Beobachtung lehrt, daß dabei auch der unmittelbare Druck auf die Gewebstheile ein Schwinden derſelben veranlaßt, wie bei Schwinden von Knochen durch den Druck von Geſchwülſten, wo von einer Compreſ-

[1]) Carswell, Pathological anatomy. Atrophy. p. 11.

ſion der Capillargefäße keine Rede ſein kann. Die Beiſpiele ſolcher Atrophien ſind ſehr zahlreich. Es gehören hierher das Schwinden der Rippen, der Wirbel, durch den Druck von Aneurysmen, der Schädelknochen bei fungus durae matris; das Schwinden der verſchiedenſten Organe durch Druck von Geſchwülſten; die Verödung des Lungengewebes durch Druck der in der Pleurahöhle angeſammelten Flüſſigkeit beim Empyem; das Schwinden von ſecernirenden Drüſen, wenn bei verſchloſſenem Ausführungsgang das angehäufte Secret einen beſtändigen Druck auf die Drüſe ausübt, wie man es beim ſogenannten Hydrops renum, bei den Speicheldrüſen, beim Pankreas beobachtet hat. Intereſſante und ſehr häufig vorkommende Fälle ſolcher Atrophien ſind ferner diejenigen, wo durch pathologiſch neugebildete Gewebstheile, in der Regel durch neugebildetes fibröſes Gewebe an der Oberfläche oder im Innern die Elementartheile normaler Gebilde zuſammengedrückt und dadurch atrophiſch werden. So entſteht allgemeine oder partielle Compreſſion eines Lungenflügels mit Verödung ſeines Gewebes durch Verdickung der Pleura pulmonalis nach Pleuritis exsudativa und Umwandlung des Exſudates in fibröſes Gewebe; ähnliche Atrophien in Folge von Compreſſion kommen vor bei der Milz und Leber durch entzündliche Verdickung ihres Peritonealüberzuges. Auch die ſogenannte Cirrhoſe der Leber beruht höchſt wahrſcheinlich auf einer Neubildung von fibröſem Gewebe im Innern derſelben, in den Zwiſchenräumen zwiſchen den Leberläppchen und einer dadurch bewirkten Compreſſion theils einzelner Leberläppchen, theils größerer Partien derſelben.

Die hiſtologiſche Unterſuchung ſolcher atrophiſchen Theile weiſ't gewöhnlich keine deutliche Veränderung in ihnen nach: die Elementartheile ſind dieſelben, wie im Normalzuſtande und ebenſo angeordnet. Bisweilen fehlen einzelne Gewebstheile, namentlich die zelligen, weicheren, leichter zerſetzbaren, oder ſind wenigſtens im Verhältniß gegen die feſteren, mehr fibröſen, an Quantität vermindert. So fand ich es öfters bei Atrophien der Milz; die Menge Blutkörperchen, welche in dieſem Organe im Normalzuſtand ſo zahlreich ſind, war vermindert, ebenſo die der eigenthümlichen geſchwänzten Körperchen, welche das weiche, pulpöſe Gewebe der Milz bilden, das übrigbleibende Gewebe beſtand hauptſächlich aus Faſern, wie ſie in Bündel vereinigt, die Grundlage dieſes Organes im Normalzuſtande bilden, zwiſchen welche die übrigen weicheren Elemente eingeſtreut ſind. Offenbar hatte hier das fibröſe Gewebe dem Druck und dem Schwinden mehr widerſtanden, als die übrigen weicheren Theile.

Etwas Aehnliches beobachtet man gewöhnlich bei Verödung des Lungengewebes. Das fibröſe Gewebe, welches die Grundlage des Lungenparenchymes bildet, iſt vorhanden, ja es ſcheint verhältnißmäßig zu den übrigen hiſtologiſchen Elementen vermehrt; die Maſchen dagegen zwiſchen den Faſerſchlingen, welche im Normalzuſtande ſehr deutlich ſind und von den Luftzellen ſo wie von den Blutgefäßen der Lunge ausgefüllt werden, ſind verringert oder ganz verſchwunden. Gewöhnlich zeigt ein ſo verödetes Lungengewebe auch mehr ſchwarzes Pigment als im Normalzuſtande, dagegen ſucht man vergebens nach Luft und Blut: dieſe beiden Elemente ſind ganz verſchwunden, oder auf ein Minimum reducirt. Bei ſchnell entſtandenen Compreſſionen des Lungengewebes durch Empyem erſcheinen die normalen hiſtologiſchen Elemente gar nicht verändert, aber ſie ſind comprimirt, Luft ſowohl als Blut ſind verdrängt und das Gewebe erſcheint oft mit Körnchenzellen erfüllt.

Ich hatte mehrmals Gelegenheit, den atrophiſchen Nervus opticus von Thieraugen, welche durch innere Entzündungen erblindet waren, mikroſkopiſch zu unterſuchen. Der Nervus opticus war zuſammengeſchrumpft, ſein Neurilem runzlich, aber hiſtologiſch unverändert, in ſeinem Innern enthielt er eine röthlichgraue Maſſe von weicher, gallertartiger Conſiſtenz, die nur ſehr wenig Nervenfaſern zeigte, und meiſt aus Zellgewebe beſtand.

2. Raſcher eintretendes Zerfallen der Gewebe, wobei ſich die Zerſtörungsproducte deutlich nachweiſen laſſen. Der weſentliche Unterſchied zwiſchen dieſer und der vorigen Art von Zerſtörung beruht darauf, daß hier die Beobachtung im Stande iſt, die Vorgänge bei der Zerſtörung nachzuweiſen und zu zeigen, was aus den zerfallenen Geweben wird. Der Verlauf iſt dabei zwar in der Regel acut und ſehr raſch, doch iſt dies nicht weſentlich, er kann auch ein ſehr langſamer ſein; ſo bei manchen Ulcerationen. Die Urſache des Verſchwindens der Gewebstheile iſt hier nicht eine normale Reſorption, ſondern ein pathologiſches Abſterben derſelben. Die Art des Zerfallens und der Grad deſſelben iſt aber verſchieden, theils nach der Intenſität der Urſache und des dabei ſtattfindenden Krankheitsproceſſes, theils nach der Beſchaffenheit des Gewebes; feſtere Gewebe, Knochen, Sehnenfaſern, die Faſern des Lungengewebes, die Epidermis ꝛc. behalten auch nach dem Abſterben noch einen gewiſſen Zuſammenhang, ſie werden in Stücken abgeſtoßen, welche gewöhnlich die frühere Structur noch ganz deutlich an ſich tragen; weichere Gewebe verwandeln ſich in einen Brei und dieſer beſteht bei hohem Grade der Zerſtörung aus einer ſelbſt unter dem Mikroſkop höchſt feinkörnig und faſt ſtructurlos erſcheinenden Maſſe, einem organiſchen Detritus, deſſen Herkommen und Urſprung ſich oft nicht mehr ermitteln läßt. Je feiner und ſtructurloſer dieſer Detritus iſt, je langſamer dabei der Verlauf der Zerſtörung, um ſo mehr nähert ſich der Proceß dem unmerklichen Schwinden und es giebt Fälle, wo ſich zwiſchen beiden Arten der Zerſtörung durchaus keine ſtrenge Grenze ziehen läßt.

Die Pathologie bezeichnet die hierher gehörigen Vorgänge mit verſchiedenen Namen. Die gebräuchlichſten derſelben ſind die folgenden, die aber inſofern viel Willkürliches an ſich tragen, als ſie weder alle hierher gehörigen Proceſſe umfaſſen, noch ihren phyſiologiſchen Zuſammenhang und ihre Verſchiedenheiten auf eine genügende Weiſe ausdrücken.

Erweichung (Ramollissement, softening). Die Gewebe verlieren ihren normalen Zuſammenhang, werden in eine weiche, breiähnliche Maſſe umgewandelt. Die Erweichung iſt am häufigſten in Organen, welche ſchon im Normalzuſtande keinen hohen Grad von Conſiſtenz beſitzen, namentlich im Gehirn und Rückenmark. In dieſen Organen laſſen ſich theils nach der veranlaſſenden Urſache, theils nach der eingetretenen hiſtologiſchen Veränderung folgende Arten von Erweichung unterſcheiden[1]). Rothe Erweichung. Die erweichte Gehirnſubſtanz erſcheint dem unbewaffneten Auge geröthet: die Röthe iſt bald eine gleichmäßige, bald erſcheinen in der gleichmäßig gerötheten Subſtanz noch viele intenſiver rothe Blutpunkte. Unter dem Mikroſkop ſieht man immer die Primitivfaſern der Gehirn- und Rückenmarkſubſtanz mehr oder weniger zerſtört, zerfallen, die begleitenden Umſtände zeigen aber Verſchiedenheiten, je nachdem die rothe Erweichung bloß mit Congeſtion und Apoplexie oder zugleich mit Entzündung einhergeht. Im erſten Falle erſcheinen in der erweichten Gehirnſubſtanz unter dem Mikro-

[1]) Vgl. Gluge, Abhdlgen z. Phyſ. u. Path. Jena 1841. S. 13. ff.

ſtop ſehr viele mit Blut überfüllte Capillaren, bald allein, bald von mehr oder weniger großen, mehr oder weniger dicht gedrängten Partien extravaſirten Blutes begleitet [1]); hier iſt in der Regel die Apoplexie (welche gewöhnlich Apoplexia capillaris) die Urſache der Erweichung, viel ſeltener (vielleicht nie) wird eine primäre Erweichung zur Urſache der Apoplexie. Weit häufiger iſt die zweite entzündliche Art der rothen Erweichung. Sie zeigt folgende mikroſkopiſche Charaktere: Zerfallene Primitivfaſern, eine große Menge Blut, theils in die überfüllten Capillaren eingeſchloſſen, theils frei im Parenchym, Extravaſate bildend, ganz wie bei der vorigen Art, aber zwiſchen dieſen Elementen eine größere oder kleinere Menge von Körnchenhaufen und Körnchenzellen (Entzündungsproduct) [2]). Fragen wir hier nach dem Cauſalnexus zwiſchen Erweichung und Apoplexie, ſo iſt bald die Apoplexie das erſte Moment, Entzündung und Erweichung die Folge, bald umgekehrt (doch wie aus meinen zahlreichen Beobachtungen hervorzugehen ſcheint, ſeltner) die entzündliche Erweichung das erſte und die Apoplexie die Folge. Die ſogenannte gelbe Erweichung iſt nur ein niederer Grad der rothen, indem das in geringerer Menge vorhandene Blut der erweichten Gehirnſubſtanz ſtatt einer rothen eine gelbe Färbung mittheilt. — Den Gegenſatz der rothen Erweichung bildet die ſogenannte weiße oder graue Erweichung des Gehirns und Rückenmarks. Hier fehlt für das unbewaffnete Auge die rothe Färbung, die Farbe der erweichten Theile iſt die normale oder ſie iſt etwas mehr grau und ſchmutzig. Unter dem Mikroſkop erſcheinen die Primitivfaſern ebenfalls mehr oder weniger zerſtört, aber es fehlt ſowohl das Extravaſat als die Blutüberfüllung der Gefäße: die begleitenden Umſtände ſind nach der veranlaſſenden Urſache verſchieden. Man muß unterſcheiden: Entzündliche graue Erweichung. Zwiſchen den zerfallenen Primitivfaſern finden ſich Körnchenhaufen und Körnchenzellen in verſchiedener Menge [3]), ſeltner Eiterkörperchen (Eiterbildung im Gehirn, Abſceſſe dieſes Organes ſind höchſt ſelten mit Erweichung, gewöhnlich mit Verhärtung der umgebenden Theile durch das abgelagerte Faſerſtoffexſudat verbunden) [4]). Bei den übrigen Arten von weißer Erweichung des Gehirns und Rückenmarks fehlen die Körnchenzellen und man ſieht zwiſchen den zerfallenen Primitivfaſern durchaus nichts Abnormes: die Faſern ſelbſt ſind in rundliche Fragmente aufgelöſ't, welche noch die doppelten Contouren der Nervenfaſern zeigen. Man ſieht dies am deutlichſten im Rückenmark, weil dort die Primitivfaſern breiter ſind als im Gehirn [5]). Die Urſachen dieſer primären weißen Erweichung ohne vorhergehende Entzündung laſſen ſich nur in wenigen Fällen mit Sicherheit nachweiſen So beim Hydrocephalus acutus. Hier erſcheint gewöhnlich die Gehirnſubſtanz an den Wänden der Ventrikel, ſoweit ſie mit dem ergoſſenen Serum in unmittelbarer Berührung ſteht, oberflächlich erweicht. Die Erweichung reicht nur auf eine Tiefe von ½ — 1 Linie, während die übrige Gehirnſubſtanz normal erſcheint, und beruht ohne Zweifel auf einer Maceration der Gehirnſubſtanz durch das in den Ventrikeln angeſammelte Serum. — Nach Roſtan und Carswell [6]) kann eine ähnliche primäre Erweichung der Gehirnſubſtanz

---

[1]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 1.
[2]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 2 u. 4. I. H. Bennett. Edinburgh medical and surg. Iournal. 1842. Octob. p. 364. foll.
[3]) Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 3. [4]) Vgl. Icones Taf. 13.
[5]) S. Icones hist. path. Taf. 13. Fig. 7. u. 8.
[6]) Pathological anatomy. Softening. p. 8. Plate IV. Fig. 4.

in ſeltenen Fällen durch eine Obliteration der zuführenden Arterien veranlaßt werden. Von anderen Arten der idiopathiſchen Gehirnerweichung, wie ſie namentlich im kindlichen Alter, aber auch bei Erwachſenen im Typhus u. ſ. w. vorkommen, ſind ſowohl die Urſachen, als der eigentliche pathologiſche Hergang bis jetzt unbekannt. Erweichungen anderer Organe. Ihre hiſtologiſchen Charaktere ſind ſehr verſchieden, je nach der Urſache, welche die Erweichung hervorrief. Ich will hier nur einige beſchreiben, die ziemlich häufig vorkommen, oder die ich zufällig zu unterſuchen Gelegenheit hatte. Mehre hierhergehörige Arten werden ſpäter bei der Gangrän noch genauer beſprochen werden. Erweichung des Lungengewebes, die ſogenannte Spleniſation dieſes Organes, kommt häufig vor bei Typhus und nimmt gewöhnlich den am tiefſten liegenden, d. h. den untern und hintern Theil der Lungen ein. Sie beruht auf einer längere Zeit beſtehenden (der ſogenannten paſſiven) Hyperämie, oder kommt wenigſtens, wenn ſie auch nicht immer die alleinige Folge dieſes Zuſtandes ſein mag, immer zugleich mit demſelben vor. Das Lungengewebe erſcheint dunkelroth oder braunſchwarz, iſt ſchwer, mürbe und leicht zerreißlich, ergießt beim Durchſchneiden eine große Menge einer theerähnlichen Flüſſigkeit (Blut), kniſtert nicht und ſinkt im Waſſer zu Boden. Unter dem Mikroſkop ſieht man darin keine Luft, dagegen ſehr viel Blut, deſſen Körperchen mehr oder weniger verändert, in größeren Partien eine ſchmutzige Purpurfarbe zeigen. Wird das Blut mit Waſſer ausgewaſchen, ſo läßt ſich an dem übrigbleibenden Lungengewebe nichts Abnormes entdecken. — Die Erweichung des Lungengewebes nach Entzündungen, bei der ſogenannten grauen Hepatiſation, iſt bedingt durch das Zerfallen des entzündlichen Erſudates, welches den Uebergang deſſelben in Eiter begleitet. — Erweichung der Milz iſt gar nicht ſelten: ſie bildet wohl die häufigſte aller Erweichungen. In ſeltneren Fällen hängt ſie von Gangrän, von Blutextravaſat (Apoplexie) oder von Entzündung (Erweichung des Erſudates durch Bildung von Eiter oder Körnchenzellen) ab, und zeigt dann die dieſen Proceſſen eigenthümlichen hiſtologiſchen Veränderungen. Häufiger beobachtet man ſie beim Typhus oder auch ohne allen nachweisbaren Zuſammenhang mit beſtimmten Krankheitsproceſſen. Sie charakteriſirt ſich dann folgendermaßen: Das Innere des Organes iſt weicher als gewöhnlich und bildet mehr oder weniger eine halbflüſſige, theerartige oder ſyrupähnliche Maſſe. Bei geringerm Grade der Erweichung läßt ſich das Gewebe wenigſtens leicht mit den Fingern zu einer ähnlichen pulpöſen Maſſe zerreiben. Unter dem Mikroſkop zeigt dieſe Pulpe eine ſehr große Menge von Blutkörperchen. Werden dieſe mit Waſſer ausgewaſchen, ſo bleiben die normalen, dem Milzparenchym eigenthümlichen geſchwänzten Körperchen übrig, die gewöhnlich in ſehr großer Menge zugegen ſind. Zwiſchen ihnen erſcheinen die normalen Faſern (meiſt in Bündel vereinigt), und Blutgefäße der Milzſubſtanz: andere Elemente, die nicht ſchon in der normalen Milz vorkämen, habe ich in den erwähnten Fällen von Erweichung nie gefunden. Dieſe hiſtologiſchen Data machen es wahrſcheinlich, daß die Erweichung hier ebenſo wie bei der Spleniſation der Lunge auf einer (paſſiven) Hyperämie beruht und daß vielleicht die Dispoſition zu dieſer Erweichung durch ein Ueberwiegen der locker zuſammenhängenden Milzkörperchen über die faſerige Grundlage des Milzparenchyms hervorgerufen wird. — Erweichung der Leber iſt gewöhnlich gangränöſer Natur: von dieſer ſpäter. Entzündliche Erweichungen dieſes Organes ſind in unſeren Klimaten ſehr ſelten. Ich hatte erſt einmal Gelegenheit, einen ſehr

hohen Grad dieser Veränderung genauer zu untersuchen. Die ganze Leber war erweicht, breiähnlich, ihre Farbe gelb und schmutzigroth gefleckt. Unter dem Mikroskop erschien diese Pulpe als eine unbestimmt körnige Masse mit vielen Fetttropfen, Fettkörnchen und Blutkörperchen. Nachdem die zahlreichen Blutkörperchen, welche die übrigen Elemente verdeckten, mit Wasser ausgewaschen waren, kamen sehr viele runde oder ovale farblose Körperchen von $^1/_{300}$ — $^1/_{500}$''' zum Vorschein, von denen die meisten einen deutlichen Kern zeigten. Es waren dies ohne Zweifel Kerne von Leberzellen; die Zellen der Lebersubstanz selbst waren an den meisten Stellen ganz verschwunden, nur hie und da sah man noch einzelne unveränderte, doch sehr selten. An einigen Stellen erschienen in der erweichten Masse kleine (mikroskopische) orangefarbige Partien von Gallenfarbestoff. Anderwärts enthielt das Leberparenchym weißgelbe Partien, die unter dem Mikroskop vollkommen amorph erschienen — Faserstoffexsudat —; in ihrer Umgebung sah man sehr viele Körnchenzellen. Die Erweichung war offenbar von diesen Entzündungsheerden ausgegangen und beruhte, wie die histologische Untersuchung zeigte, auf einem Zerfallen der Leberzellen, wobei bloß die Kerne derselben übrig blieben. — Erweichung der Magenschleimhaut, wie sie als Nachkrankheit beim Typhus und Schleimfieber vorkommt, habe ich öfters untersucht, ohne jedoch dabei eine auffallende histologische Abnormität auffinden zu können. Die blinddarmähnlichen Magendrüsen waren immer mehr oder weniger deutlich vorhanden und zeigten die normale Anordnung, nur war das ganze Gewebe der Schleimhaut weicher und ließ sich leichter zu Brei zerreiben, als im Normalzustande. Aehnliche negative Resultate giebt die histologische Untersuchung bei der Gastrobrosis der Kinder, doch findet man dabei gewöhnlich noch die Elemente von zersetztem und coagulirtem Blut mit dem Detritus der normalen Gewebe gemischt. Erweichungen der Magenhäute, wie sie in den Leichen gesunder, schnell verstorbener Personen, namentlich bei Selbstmördern und Getödteten, die während des Verdauungsprocesses starben, vorkommen, und die ohne Zweifel von einer chemischen Einwirkung des Magensaftes auf die Wände dieses Organes, von einer Selbstverdauung des Magens herrühren, habe ich nicht untersucht. Wahrscheinlich wird das Gewebe der Magenhäute dabei, ohne daß neue pathologische Elemente auftreten, in einen unbestimmten breiigen Detritus verwandelt; wenigstens geschieht dies bei allen künstlichen Verdauungen der Magen von Menschen oder Thieren in ihrer eigenen Verdauungsflüssigkeit, wobei ich den Vorgang oft mikroskopisch verfolgt habe. Erweichungen der Magenhäute durch den chemischen Einfluß scharfer Stoffe, namentlich bei den so häufigen Selbstvergiftungen durch Trinken von Schwefelsäure, habe ich mehrmals untersucht. Das Product der Zerstörung bildet eine braunschwarze, flockige, kaffeesatzähnliche Materie, die gewöhnlich in sehr großer Menge vorhanden ist, theils in der Höhle des Magens angehäuft, theils, wenn dieser perforirt ist, in die Bauchhöhle ergossen. Sie besteht, mikroskopisch untersucht, aus Klümpchen und Klumpen geronnenen Blutes, dessen Körperchen durch die Säure braunroth gefärbt und in durch die Säure coagulirtes Eiweiß eingeschlossen sind, so daß nur ein geübter Beobachter die einzelnen Blutkörperchen aus den unförmlichen braunrothen Massen herausfinden kann. Die zerstörten Elemente der Magenhäute sind im Verhältniß zu diesem coagulirten Blute immer in so geringer Menge vorhanden, daß man sie gewöhnlich nicht herausfinden kann. Ganz ähnlich, wie in den eben beschriebenen Fällen, verhält sich histologisch die kaffeesatzähnliche Masse,

welche man häufig bei perforirenden Magengeſchwüren oder beim Magenkrebs in der Magenhöhle oder in der erbrochenen Flüſſigkeit findet. Sie beſteht ebenfalls aus Blut, welches, aus zerſtörten Gefäßen ergoſſen, durch die Säure des Magenſaftes coagulirt und verändert erſcheint. Ganz ähnlich verhalten ſich ferner die Stuhlentleerungen bei Meläna. Erweichung der Knochen. Die Erweichung des Knochengewebes, wie man ſie bei Rhachitis und Oſteomalacie beobachtet, beruht bekanntlich auf einer Veränderung in der chemiſchen Zuſammenſetzung dieſer Theile des Körpers. Die Menge der Kalkſalze, welche die normalen Knochen enthalten und die etwa zwei Drittheile ihres ganzen Gewichtes beträgt, nimmt ab, ſinkt auf die Hälfte, auf ein Drittheil, ja noch weniger. Ob hiermit hiſtologiſche Veränderungen der Knochenſubſtanz Hand in Hand gehen, weiß ich nicht, da ich nie Gelegenheit hatte, ſolche Knochen in friſchem Zuſtande mikroſkopiſch zu unterſuchen. Dagegen hatte ich Gelegenheit, die Erweichung des Zahngewebes unter dem Mikroſkop zu prüfen. Ein an der Krone cariöſer menſchlicher Augenzahn wurde ausgezogen. Seine Subſtanz war ſo erweicht, daß ſie ſich leicht mit dem Meſſer ſchneiden ließ. Unter dem Mikroſkop erſchien die erweichte Subſtanz des Zahnbeines vollkommen unverändert. Sie zeigte die normalen parallelen Röhren mit ihrem Zwiſchengewebe und es ließ ſich durchaus nichts Abnormes wahrnehmen. Durch Zuſatz von Salzſäure erfolgte unter dem Mikroſkop eine ſehr reichliche Entwicklung von Luftblaſen aus dem ganzen Gewebe. Darnach zu ſchließen war alſo die Menge des im Zahnbeine enthaltenen kohlenſauren Kalkes nicht weſentlich vermindert. Erdl hat in cariöſen Zähnen mikroſkopiſche Confervenbildungen beobachtet. — Erweichungen der Gewebe, die nach dem Tode, in Folge von Fäulniß vorkommen, gehören nicht hierher, dagegen ſchließen ſich an die beſchriebenen Erweichungen diejenigen an, welche in pathologiſch neugebildeten Geweben vorkommen, im Skirrhus, Markſchwamm, Tuberkel. Bei dieſen liegt die Erweichung in der normalen Entwicklung dieſer Gewebe, gehört zu ihrem Begriffe. Die hierbei ſtattfindenden Vorgänge und die hiſtologiſchen Charaktere wurden bereits bei den Pſeudoplasmen betrachtet: wir kommen in der Folge nochmals darauf zurück.

Brand (Gangrän, Sphacelus), ein Begriff, der ſich weder pathologiſch noch anatomiſch und hiſtologiſch genau beſtimmen und von den verwandten Proceſſen mit Sicherheit unterſcheiden läßt. Er iſt charakteriſirt durch ein Abſterben der Gewebe, wobei ſich die abgeſtorbenen Partien anatomiſch mehr oder weniger deutlich nachweiſen laſſen. Die abgeſtorbenen Theile ſind in der Regel mißfarbig, blauſchwarz oder rothbraun, bald breiartig erweicht und von eigenthümlichem, ekelhaft ſüßlichem oder aashaftem Geruch (feuchter Brand, Gangrän), bald verſchrumpft und trocken, lederartig zähe oder mumificirt (trockner Brand, Sphacelus). Die Urſachen des Brandes ſind verſchieden: er kann abhängen von Entzündung (ſ. den Artikel Entzündung S. 340), von Störungen in der Blutzufuhr durch Verſchließung, Obliteration, Verknöcherung der Arterien, von einer Zerſetzung der geſammten Blutmaſſe bei Typhus und Faulfiebern, von Imprägnation der Organe mit Gallenfarbeſtoff, von mechaniſcher Zerſtörung der Organe, namentlich ihrer Blutgefäße und Nerven, von Erfrierung, intenſiver Hitze, von chemiſcher Zerſtörung oder ſpecifiſcher Zerſtörung durch Gifte und Contagien (Rotz, Milzbrand, Peſtcarbunkel). Die hiſtologiſchen Verhältniſſe dabei ſind ebenfalls nach Art und Urſache verſchieden. Bald findet man nur die mehr oder weniger deutlichen Reſte der zerfallenen Elementar-

Digitized by Google

theile, bald außerdem noch andere Subſtanzen, namentlich extravaſirtes Blut und deſſen Zerſetzungsproducte. Namentlich beſteht die ſogenannte Brandjauche beim feuchten Brande immer aus zerſetztem Blute: ſie bildet eine rothe oder rothbraune Flüſſigkeit, die unter dem Mikroſkope gar keine körperlichen Theile zeigt. Die folgenden Beiſpiele ſollen dienen, dieſe hiſtologiſchen Verſchiedenheiten bei verſchiedenen Arten des Brandes und in verſchiedenen Organen nachzuweiſen und zu erläutern. Gangrän des Zellgewebes (am Rücken, in Folge einer penetrirenden, geriſſenen Bruſtwunde). Das geſammte Gewebe war in eine graugelbe, weiche, ſchmierige Maſſe verwandelt, aus der ſich eine trübe Flüſſigkeit in reichlicher Menge ausdrücken ließ. Dieſe zeigte, wiewohl in ihren phyſikaliſchen Eigenſchaften dem Eiter ſehr ähnlich, doch keine Spur von Eiterkörperchen, überhaupt keine körperlichen Theile außer einer Menge Körnchen, große Oeltropfen und Fettkugeln, welche kryſtalliniſche Ablagerungen von Margarin oder Margarinſäure einſchloſſen. Durch Eſſigſäure gerann die Flüſſigkeit zu einer amorph-körnigen Maſſe. Das gangränöſe Gewebe ſelbſt enthielt noch unzerſtörte Partien von Zellgewebs- und Sehnenfaſern, dazwiſchen eine amorph-körnige Maſſe mit viel Oeltropfen und nadelförmigen, in Gruppen vereinigten Kryſtallen von Margarin [1]). Dieſe gangränöſe Partie ging allmälig in das geſunde Gewebe über. Letzteres hatte eine rothbraune Farbe, glich hiſtologiſch dem normalen Fettzellgewebe, aber alles Blut deſſelben war aufgelöſ't, die Blutkörperchen vollſtändig verſchwunden. Hier und da fanden ſich im Fettzellgewebe ſchwarze Körner (Pſeudomelanoſe aus zerſetztem Blute). — Bei weiter vorgeſchrittener Gangrän ſind die Faſern des Zellgewebes ſowohl, als die Sehnenfaſern in eine feinkörnige Maſſe zerfallen, deren Aneinanderlagerung oft noch die Contouren der urſprünglichen Faſern erkennen läßt [2]). Trockner Brand der Haut und des Unterhautzellgewebes in Folge von Aufliegen (Decubitus), den ich ſehr häufig, namentlich bei Typhusleichen unterſucht habe, zeigt folgendes Verhalten: Die Haut iſt in eine ſehr feſte, zähe, ſchwarze Maſſe verwandelt, die in ihren Eigenſchaften mit der Schwarte des geräucherten Speckes übereinkommt. Das darunterliegende Fettzellgewebe erſcheint in der Regel ſtark geröthet. In letzterem ſieht man unter dem Mikroſkop die normalen Fettzellen, welche in der Regel Gruppen von nadelförmigen Margarinkryſtallen einſchließen. Seine Gefäße ſind bald mit unverſehrtem Blute überfüllt, bald ſind die Blutkörperchen verſchwunden, ihr Farbeſtoff im Serum aufgelöſ't. Die Zellgewebsfaſern unmittelbar unter der Haut ſind meiſt noch wohl erhalten, zwiſchen ihnen eine unbeſtimmt pulverige Maſſe von brauner Farbe in größerer oder geringerer Menge abgelagert. Die ſchwarzgefärbte, verſchrumpfte Cutis erhält bei niederem Grade des Uebels durch feine Zertheilung und Auffaſerung mittelſt Nadeln ihre normale weißliche Farbe wieder. Dann zeigt ſie unter dem Mikroſkop ganz ihre gewöhnliche, normale Beſchaffenheit, dicht verſchlungene Bündel von unveränderten Zellgewebsfaſern. In anderen Fällen, wo die Zerſtörung weiter fortgeſchritten, erſcheint die ganze Cutis in eine unbeſtimmte, ſtructurloſe Maſſe zerfallen, in der ſich nur noch hier und da die Spuren der urſprünglichen Faſern erkennen laſſen. — Gangrän der Muskeln. Bei einem vom Typhus ergriffenen Mädchen waren in den letzten Tagen vor dem Tode beide Arme grangränös geworden. Das ſubcutane Zellgewebe

[1]) Icones histol. path. Taf. 24. Fig. 10.
[2]) Icones h. p. Taf. 10. Fig. 3. — Gluge, Dissertat. Berolini 1835. —

derſelben zeigte ſehr zahlreiche Ekchymoſen zwiſchen und in den Fettpartien, Infiltration mit einem weinrothen Blutſerum, die Muskeln waren erweicht, ſchmierig, leicht zerreißbar. Unter dem Mikroſkop war das Blut faſt überall verſchwunden, keine Blutkörperchen ſichtbar, dieſe vielmehr im Serum aufgelöſ't. Die Zellgewebsfaſern dagegen noch deutlich, zu den gewöhnlichen wellenförmig geſchlängelten Bündeln vereinigt; dazwiſchen viele Körnchen, Fetttropfen und Margarinkryſtalle. Die Primitivfaſern der Muskeln waren überall noch ſichtbar, zeigten, wo ſie weniger erweicht erſchienen, ſtellenweiſe noch ihre gewöhnlichen Querſtreifen: wo die Zerſtörung weiter vorgeſchritten war, ſah man zwar ebenfalls noch ihre urſprünglichen Contouren, aber die Primitivbündel waren ganz blaß, durchſichtig, gallertartig, ohne alle Spuren von Quer- oder Längsſtreifen [1]). — Gangränöſe Zerſtörung innerer Organe. Gangrän der Milz. Die Milz eines an Empyem (durch Aufbruch erweichter Tuberkeln in die Pleurahöhle veranlaßt) verſtorbenen Mannes erſchien äußerlich ſchieferfarbig, auf dem Durchſchnitt im Innern normal, an der Peripherie aber erweicht, mißfarbig, dunkelblauſchwarz, von aashaftem, brandigem Geruch, eine Veränderung, die an einzelnen Stellen nur 1 — 2 Linien, an anderen wohl 6 — 8 Linien in die Tiefe eindrang. Dieſe erweichte, mißfarbige Partie zeigte unter dem Mikroſkop 1) faſt überall eine große Menge ſchwarzer Körner von $^1/_{400}$, $^1/_{800}$ — $^1/_{1000}$‴ Dchm. Sie ſind unregelmäßig rund, intenſiv ſchwarz, werden durch Waſſer, Eſſigſäure und Ammoniak nicht aufgelöſ't, ſind nicht in Zellen eingeſchloſſen, ſondern ganz frei in der Maſſe zerſtreut. An einzelnen Stellen ſind ganze Partien ſchwarz infiltrirt, ohne daß ſich die ſchwarze Maſſe in einzelne diſtincte Körnchen zerlegen ließe. Dieſe Pſeudomelanoſe iſt ohne Zweifel ein Product des gangränös zerſetzten und veränderten Blutfarbeſtoffes. 2) An vielen Stellen finden ſich im erweichten Gewebe größere oder kleinere Partien zerſetzten Blutes, geronnene Klümpchen von braunrother Farbe bildend (man trifft ſie faſt immer bei feuchtem Brande und ſie zeigen in den verſchiedenſten Organen dieſelben hiſtologiſchen Charaktere). Auch zwiſchen ihnen ſind die erwähnten melanotiſchen Körner eingeſtreut. 3) Wird das Gewebe mit Waſſer ausgewaſchen, um den Blutfarbeſtoff ſo viel als möglich zu entfernen, ſo bleiben amorphe und feinkörnige Partien übrig, welche durch Behandlung mit kauſtiſchem Ammoniak etwas, aber nicht ganz durchſichtig werden (Reſte der Blutcoagula?). Die Gefäße der Milz und ihre fibröſe Grundlage erſcheinen deutlich, die geſchwänzten Milzkörperchen dagegen ſind verſchwunden und ſcheinen zerſtört [2]). — Gangrän der Lunge. Ausgebildeter Zuſtand. An den brandigen Stellen iſt das Lungengewebe vollkommen erweicht, breiartig, dunkelrothbraun gefärbt, von ekelhaftem, aashaftem Geruch. Unter dem Mikroſkop erſcheint es erfüllt von roſtfarbigen Maſſen geronnenen und zerſetzten Blutes [3]), das Lungenparenchym ſelbſt iſt zerſtört, in einen feinkörnigen Detritus zerfallen, von ſeinen eigenthümlichen Faſern ſieht man nur hier und da noch Spuren. Gewöhnlich iſt die Gangrän nicht umſchrieben, die davon ergriffenen Theile gehen vielmehr allmälig in das geſunde Lungenparenchym über. Verfolgt man dieſen Uebergang mikroſkopiſch, ſo ſieht man nach den normalen Partien hin das normale Lungenparenchym immer deutlicher werden, es erſcheinen ſeine Faſerbündel und ihre Maſchen, auch die Blutgefäße, mit normalem rothen nicht

[1]) Icones histol. path. Taf. 10. Fig. 1. u. 2.
[2]) Vgl. Icones hist. path. Taf. 10. Fig. 5. [3]) Icones h. p. Taf. 10. Fig. 4.

Digitized by Google

zersetzten Blute angefüllt. — Niederer Grad von Lungengangrän. Das Gewebe erscheint weniger dunkel und chocoladefarbig, mehr hellrothbraun, es enthält aber keine Luft und zeigt sich unter dem Mikroskop ganz mit zersetztem Blute erfüllt, dessen Blutkörperchen verschwunden, im Serum aufgelöst sind. Im zersetzten Blute entdeckt man einzelne rothe Coagula (geronnenes Blut) und nicht selten farblose Krystalle von unbestimmter Form, die sich in Essigsäure auflösen (phosphorsaure Ammoniak-Magnesia?). Nach dem Auswaschen des zersetzten Blutes erscheint das Lungengewebe mehr oder weniger normal, die Fasern sind zwar meist noch deutlich, aber mit einer unbestimmten pulverigen Masse bedeckt [1]). — Gangrän der Leber mit Infiltration von Galle, bedingt durch Verschließung des Ductus hepaticus von einem Gallenstein. Die Leber erscheint dunkelbraungrün, ihr Gewebe auffallend verändert, blasig, emphysematös, knistert beim Durchschneiden, und widersteht dem Messer, so daß man mit dem Doppelmesser keinen brauchbaren Durchschnitt machen kann, was sonst bei der Leber so leicht gelingt. Die herausgedrückte Flüssigkeit reagirt sauer und hat einen mehr brenzlichen, nicht deutlich gangränösen Geruch. Unter dem Mikroskop sah man bei schwacher Vergrößerung keine deutlichen Leberläppchen, das ganze Gewebe war lebhaft gelb gefärbt und mit Klumpen von zersetztem Blute erfüllt, die eine rothbraune, dunkelbraune, bis dunkelschwarze Farbe zeigten. Bei stärkerer Vergrößerung sah man von den eigenthümlichen Leberzellen kaum Spuren: sie schienen alle zerstört. Dagegen entdeckte man sehr bedeutende Ablagerungen von Gallenfarbestoff (Galle?), in allen Farbennüancen vom hellen Gelb bis zum feurigen Orange; sie färbten bald das Gewebe gleichmäßig, bald bildeten sie selbstständige körnig-amorphe Massen von unbestimmter Form und Größe. Man sah ferner Partien von geronnenem Blut, welche alle Nüancen vom Rothbraunen bis in's Mattschwarze an sich trugen: sehr viele Partien von krystallinischen Nadeln, einzeln farblos, in Massen braun gefärbt (Margarin und Margarinsäure); endlich noch rothbraune Tropfen oder Kugeln (flüssiges Fett?) [2]). — Dieselbe Leiche bot auch ein Beispiel einer gangränösen Erweichung der Nieren, mit Ablagerung von Gallenfarbestoff. Beide Nieren hatten eine intensiv gelbe Farbe, namentlich an der äußern Oberfläche, im Innern erschienen sie röthlich, waren sehr weich, fast breiartig. Unter dem Mikroskop erschien das ganze Parenchym intensiv gelb gefärbt, hier und da bemerkte man selbstständige sehr intensiv orange gefärbte Ablagerungen von Gallenfarbestoff. Die Malpighi'schen Körperchen waren sehr undeutlich, blaßgelb, ohne alle Spur von Blut. Deutlich waren die Harnkanäle mit ihren schlingenförmigen Enden; auch sie erschienen gelb gefärbt und enthielten stellenweise Anhäufungen von Blutkörperchen. Zwischen den normalen Elementen sah man hier und da Partien von geronnenem und zersetztem Blut, von dunkelrothbrauner, selbst schwarzer Farbe [3]).

Verschwärung, ulceröse Zerstörung. Bei ihr, wie beim Brande und der Erweichung lassen sich die Producte der Zerstörung als organischer Detritus histologisch nachweisen; zugleich findet man hier neben den zerstörten Elementartheilen der ursprünglichen Gewebe immer noch Reste von zerfallenen pathologischen Neubildungen, welche die Ulceration eingeleitet haben. Der Gang der ulcerösen Zerstörung ist ferner, verglichen mit dem des Brandes und der Erweichung meist ein langsamer, chronischer.

---

[1]) S. Icones Taf. 17. Fig. 5—7.
[2]) Icones hist. path. Taf. 23. Fig. 1.
[3]) Icones hist. path. Taf. 20. Fig. 1—4.

Ich glaube, daß man den Begriff der Verschwärung auf die gar nicht seltenen Fälle beschränken muß, wo die Gewebstheile von einem amorphen Exsudate umschlossen sind und durch dessen Einwirkung allmälig zerfallen, indem theils das sie enge umschließende Exsudat ihre Ernährung verhindert, theils die Erweichung, das Zerfallen, welches dem Exsudate seiner Natur nach zukommt, sich durch eine Art Contactwirkung auch auf die normalen Gewebstheile fortpflanzt. (Vgl. das im Artikel »Entzündung« auf S. 357 hierüber Gesagte.) Im weitern Sinne gehört hieher nicht bloß die eigentliche Verschwärung, sondern auch die Zerstörung der Gewebe durch Pseudoplasmen, Tuberkel, Markschwamm, Skirrhus. Um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, verweise ich auf das, was bereits bei der Betrachtung dieser Pseudoplasmen hierüber gesagt wurde.

III. Veränderungen in den physikalischen Eigenschaften der Gewebe.

Sie bestehen hauptsächlich in einer Veränderung der Consistenz und der Farbe.

1. Von den Veränderungen der Consistenz wurde die Verminderung derselben, die Erweichung, bereits betrachtet, es bleibt uns nur ihr Gegentheil, die Verhärtung, zu besprechen übrig.

Zur Verhärtung (Induration) werden alle Fälle gerechnet, wo die normale Consistenz eines Gewebes vermehrt erscheint. Sie ist gewöhnlich um so deutlicher, fällt um so eher in die Augen, je weicher das davon befallene Organ im Normalzustande zu sein pflegt, und gewisse Verhärtungen, bei denen sich keine histologische Veränderung nachweisen läßt, finden sich nur in sehr weichen Organen, z. B. im Gehirn. Die Verhärtung zeigt aber nach ihrer verschiedenen Ursache auch ein sehr verschiedenes histologisches Verhalten. Man kann folgende Arten derselben unterscheiden, zwischen denen jedoch sehr verschiedene Uebergänge und Combinationen stattfinden können. — Verhärtung ohne nachweisbare histologische Veränderung. Sie findet sich am häufigsten im Gehirn, und zwar ausschließlich in der weißen Substanz desselben. Diese ist derber als gewöhnlich, zähe, lederartig, trocken und glanzlos. Man beobachtet sie bei Manie, bei Typhus, bisweilen ohne allen nachweisbaren Zusammenhang mit einer bestimmten Krankheit. Unter dem Mikroskop läßt sich eine deutliche histologische Veränderung der Gehirnsubstanz nicht auffinden. Ich glaube, daß diese Verhärtung des Gehirnes auf eine Anämie der Gehirnsubstanz und einen dadurch herbeigeführten Mangel an Serum, an normaler Ernährungsflüssigkeit zurückgeführt werden muß: wenigstens findet man dabei die Gehirnsubstanz sehr weiß, blutleer, trocken und glanzlos. Andere sich hier anschließende Verhärtungen der Gehirnsubstanz haben wahrscheinlich eine chemische Ursache. So die Verhärtungen, welche man nach Bleivergiftungen beobachtet [1]). Eine kürzlich von mir beobachtete sehr bedeutende Verhärtung der Substanz des großen Gehirnes glaube ich der chemischen Wirkung von Alkohol zuschreiben zu müssen. Ein sehr robuster Mann starb plötzlich, nachdem er nach reichlichem Genuß von Spirituosis eine Nacht bei einer Kälte von etwa — 2° im betrunkenen Zustand im Freien zugebracht hatte. Die auffallend derbe, lederartige, zähe Gehirnsubstanz entwickelte einen sehr deutlichen, allen Umstehenden wahrnehmbaren Alkoholgeruch. Die mikroskopische Untersuchung derselben zeigte keine auffallende Abnormität. — Nächst dem Gehirn findet man am häufigsten das Gewebe der Milz verhärtet, ohne daß sich eine deutliche Abnormität der histologischen Elemente dieses Organes dabei beobachten ließe. Das

[1]) Gluge, Abhandlungen z. Physiol. u. Pathologie. Jena 1841. S. 9.

geſammte Gewebe der Milz iſt derber, weniger weich als gewöhnlich: die Farbe iſt gewöhnlich heller, weniger braunroth, als im Normalzuſtande. Dieſer Umſtand läßt vermuthen, daß auch hier die Verhärtung auf einer Anämie beruhen möge, eine Vermuthung, welche durch die mikroſkopiſche Unterſuchung beſtätigt wird. Man findet dann nämlich immer weniger Blutkörperchen, und weniger Flüſſigkeit, als in der normalen Milz. Häufig iſt dabei auch der pulpöſe Theil des Milzgewebes, die geſchwänzten Milzkörperchen, im Verhältniß zur Quantität des Faſergewebes vermindert. — In anderen Organen werden ſolche Verhärtungen nicht leicht beobachtet. — Verhärtung durch Ablagerung fremdartiger Theile zwiſchen die Elemente der Gewebe. Die häufigſte Art iſt die Ablagerung von amorphem Faſerſtoffexſudat zwiſchen die Elemente der Gewebe. Es werden dadurch, nach dem Gerinnen und Feſtwerden des Exſudates alle Zwiſchenräume zwiſchen den urſprünglichen Gewebstheilen ausgefüllt und die ganze, ſo veränderte Partie in eine compacte ſpeckige Maſſe umgewandelt. Die Geneſis dieſer Verhärtung wurde bereits im Artikel »Entzündung« und ebenſo in dieſem Artikel bei Gelegenheit der pathologiſchen Neubildungen ausführlich erörtert. Die Verhärtung ſelbſt hat in der Pathologie nach ihren Urſachen verſchiedene Namen erhalten: entzündliche Verhärtung, ſkrophulöſe Verhärtung u. ſ. f. Sie iſt gewöhnlich mit einer Volumsvergrößerung des betreffenden Theiles, mit Anſchwellung verbunden, und wird dann zur Geſchwulſt, die gewöhnlich auf einen kleinen Theil des ergriffenen Organes beſchränkt, umſchrieben, ſeltner ausgebreitet und allgemein erſcheint. Gewöhnlich iſt dieſe Art der Verhärtung nur vorübergehend, ſie dauert nur ſo lange, als das Exſudat, welches ſie hervorruft, in einem amorphen oder nahe amorphen Zuſtand verharrt. Je nach den weiteren Schickſalen dieſes Exſudates kann ſie wieder verſchwinden, wenn das Exſudat reſorbirt wird, kann in Erweichung und ulceröſe Zerſtörung übergehen, wenn das Exſudat zum Wiederzerfallen beſtimmt iſt, oder ſie kann ſich in eine der folgenden Arten der Verhärtung umwandeln. Die mikroſkopiſche Unterſuchung zeigt bei dieſer Art der Verhärtung immer die normalen Elemente des ergriffenen Theiles, eingebettet in und umſchloſſen von einer mehr oder weniger amorphen Maſſe, von den chemiſchen Eigenſchaften der Proteinverbindungen. Am ſchönſten und deutlichſten laſſen ſich dieſe Verhältniſſe bei den ſogenannten rothen und weißen Hepatiſationen des Lungengewebes beobachten[1]). — Verhärtung durch eine pathologiſche Bildung neuer Gewebstheile zwiſchen den urſprünglichen hiſtologiſchen Elementen eines Theiles, in der Regel mit Vergrößerung des Volumens verbunden — Hypertrophie. Die Art und Weiſe ihrer Entſtehung und ihre hiſtologiſchen Charaktere wurden bereits bei der Entzündung und der pathologiſchen Neubildung ausführlich betrachtet. Sie geht aber nicht immer mit Hypertrophie einher, ſie kann ſelbſt mit einer Verkleinerung des Volumens verbunden erſcheinen, ja bisweilen iſt ſie ſelbſt die Urſache einer ſolchen Verkleinerung, namentlich bei zuſammengeſetzten Organen, der Leber, Milz u. ſ. f., wie es bereits bei Beſprechung der Atrophie nachgewieſen wurde. — Verhärtung durch Ablagerung unorganiſcher Beſtandtheile, ſogenannte Verknöcherung, oder beſſer Verſteinerung, Bildung von Concretionen; — bereits unter den nicht organiſirten pathologiſchen Neubildungen beſprochen.

2. Veränderungen der Farbe. Veränderungen der normalen Farbe kommen bei den meiſten Geweben ſehr häufig vor und die meiſten dieſer Ver-

[1]) Vgl. Icones hist. pathol. Taf. 18. Fig. 5—7.

änderungen laſſen ſich hiſtologiſch ſehr gut erklären. Sie beruhen bald auf dem Schwinden oder der Umänderung eines normalen, bald auf dem Hinzukommen eines neuen abnormen Pigmentes. Doch ſind die dabei ſtattfindenden Verhältniſſe in den einzelnen Fällen ſehr verſchieden. Wir gehen deßhalb ſogleich zur Betrachtung der einzelnen Verhältniſſe über.

Bläſſe der Gewebe, Mangel der im Normalzuſtande vorhandenen röthlichen Färbung, hängt ab von einem Mangel des Blutes (allgemeine oder örtliche Anämie), oder von Mangel des Blutrothes (Chloroſe), ohne daß ſich in ſolchen Fällen hiſtologiſche Veränderungen entdecken laſſen.

Bläſſe von Theilen, welche im Normalzuſtande eine dunkle, von einem eigenthümlichen Pigment abhängende Farbe zeigen, wie die Iris des Auges, die Haare, die Haut mancher Körpertheile, z. B. der Bruſtwarze, rührt her von einer Verminderung oder einem Mangel dieſes Pigmentes. Bei weißen Kaninchen mit heller Iris und mangelndem Pigment der Choroidea ſind zwar die normalen Pigmentzellen vorhanden, aber ſie enthalten kein Pigment. Bei den graugewordenen Haaren iſt das färbende Princip aus der Rindenſubſtanz des Haares verſchwunden, dieſe erſcheint weiß, während die dunkle Färbung der inneren Markſchicht gewöhnlich noch unverändert erhalten iſt.

Gelbe Färbung der Gewebe kommt vor beim Ikterus und wird bedingt durch den eigenthümlichen Farbeſtoff der Galle, das Cholepyrrhin (Berzelius). Man trifft ſie bei hohem Grade von Ikterus in der Subſtanz aller Organe, im Gehirn, den Knochen, Knorpeln, Nerven, der Lunge, Leber, den Nieren, Ovarien u. ſ. f. Unter dem Mikroſkope ſieht man bald nur die Gewebstheile mit einer gelblichen Flüſſigkeit infiltrirt und dadurch gefärbt, bald entdeckt man feſte körnige oder klumpige intenſiv gelbrothe Ablagerungen zwiſchen den normalen hiſtologiſchen Elementen. So namentlich in der Leber. Auch ohne Ikterus erſcheinen die Elementarzellen der Leber oft gelb gefärbt, mit kleinen intenſiv gelben Körnchen erfüllt oder beſetzt [1]).

In ſeltenen Fällen kommt eine eigenthümliche grüne Färbung der Gewebe vor. Ich habe ſie bis jetzt bei Emphyſem an der Lunge und am Darmkanal beobachtet. Die Fälle ſind kurz folgende. Die Lungen eines Soldaten zeigten eine ſehr complicirte Veränderung (Entzündung mit verſchiedenen Ausgängen, verſchiedenen Arten der Hepatiſation, Gangrän und Emphyſem). Der obere Lappen der linken Lunge war emphyſematös, blutleer und erſchien dem unbewaffneten Auge graugrün. Unter dem Mikroſkope erſchien das Parenchym von normaler Beſchaffenheit, hatte aber eine deutlich grüne Farbe [2]). Dieſe beſtand in einer ziemlich gleichmäßigen Färbung des Gewebes ſelbſt, das an einzelnen Stellen intenſivere grüne Flecken zeigte, die ohne beſtimmte Grenze allmälig in die ſchwächer grüne Farbe ihrer Umgebung übergingen. Ein eigenes körniges Pigment als Urſache der grünen Farbe ließ ſich nicht entdecken: die grüne Färbung ließ ſich durch Waſſer nicht abwaſchen. — Der zweite Fall, mit grüner Färbung des Darmkanales, betraf eine alte Frau, die längere Zeit an Hämorrhoiden, Blennorhoea vaginae, an Verdauungsbeſchwerden litt und an Marasmus zu Grunde ging. Der Magen zeigte eine Hypertrophie der Muskelhaut, die namentlich am Pylorus von beträchtlicher Dicke war, der Darmkanal erſchien äußerlich mit Pſeudomembranen bedeckt, war dadurch ſtellenweiſe vermengt und bot, von außen geſehen eine ſehr auffallende, dunkelgrüne, ſtellenweiſe ſchwärzliche Färbung dar, welche ihren Sitz unter der Seroſa hatte: letztere erſchien von der Muskelhaut abgezogen, farblos. Unter dem Mikroſkope

[1]) Icones path. Taf. 1. Fig. 8. [2]) Icones hist. path. Taf. 18. Fig. 2.

ſah man, daß die grünſchwarze Färbung der Muskelhaut von zwei verſchiedenen Pigmenten herrührte: das eine bildete Gruppen von ſchwarzen Körnern (Melanoſe). Zwiſchen dieſen ſchwarzen Partien war das Parenchym ſehr deutlich grün gefärbt: die grüne Färbung war nicht körnig, ſondern ſchien das Gewebe der Muskelhaut gleichförmig zu durchdringen, ließ ſich aber durch Waſſer nicht auswaſchen [1]). Ich konnte nicht entdecken, welcher Urſache oder welchem Pigmente die grüne Färbung in dieſen beiden Fällen ihren Urſprung verdankte.

Rothe Färbung der Gewebe. Sie rührt, wo ſie als abnormer Zuſtand vorkommt, in der Regel von dem Farbeſtoff des Blutes her. Die Art, wie dieſer Farbeſtoff die rothe Färbung bewirkt, iſt aber ſehr verſchieden. Dem unbewaffneten Auge entgehen gewöhnlich die hierbei ſtattfindenden Verſchiedenheiten; dieſes ſieht in der Regel nur eine mehr oder weniger intenſive, mehr oder weniger gleichmäßige Röthung des veränderten Organes: erſt die mikroſkopiſche Unterſuchung giebt Aufſchluß über die verſchiedenen Arten der Röthung und die ihnen zum Grunde liegenden Urſachen. Man muß hierbei folgende Zuſtände unterſcheiden:

1. Die rothe Farbe rührt davon her, daß die normalen Blutgefäße, namentlich die Capillaren, mit Blut überfüllt ſind; ſo bei allen Congeſtionen und Entzündungen. Das dem unbewaffneten Auge gleichmäßig roth erſcheinende Gewebe zerfällt unter dem Mikroſkope in rothgefärbte Streifen — Gefäße — und in ungefärbte Partien zwiſchen denſelben — Parenchym [2]).

2. Die rothe Farbe rührt von extravaſirtem Blute her. Man ſieht dann zwiſchen den gewöhnlich mit Blut überfüllten Capillaren und den ungefärbten Elementen des Parenchyms größere oder kleinere durch Zerreißung der Gefäße in das Parenchym abgelagerte Partien von Blutkörperchen [3]). Findet ſich am häufigſten im Gehirn und den Lungen bei Apoplexien dieſer Organe, bei Pneumonie (rothe Hepatiſation). Dem unbewaffneten Auge erſcheint die Röthung gleichmäßig, wenn die Partien des extravaſirten Blutes klein und dichtgedrängt, fleckig dagegen, wenn ſie größer und mehr zerſtreut ſind. Tritt Gangrän ein, ſo geht, wie ſchon früher erwähnt, die Farbe des extravaſirten Blutes und damit auch die des ganzen Theiles in eine braune und braunſchwarze über. Oberflächliche, unter der Haut gelagerte Extravaſate zeigen während ihrer allmäligen Reſorption einen Farbenwechſel vom Rothen in's Blaue und Gelbe. Wie ſich hierbei das extravaſirte Blut mikroſkopiſch verhält, konnte ich nicht unterſuchen.

3. Rothe Färbung der Gewebe durch aufgelöſ'ten Blutfarbeſtoff. Unter dem Mikroſkop ſieht man weder Blutextravaſat, noch Anhäufung von Blut in den Capillaren, im Gegentheil entdeckt man dabei gewöhnlich keine oder nur unvollkommene Blutkörperchen: dieſe ſind ganz oder zum Theil aufgelöſ't und verſchwunden. Aber die Elemente der Gewebe ſelbſt erſcheinen ſchwach roth gefärbt [4]). Dieſe rothe Färbung zeigt ſich um ſo blaſſer, je ſtärker die angewandte Vergrößerung iſt. Die Urſache der Färbung iſt immer eine Auflöſung des rothen Farbeſtoffs der Blutkörperchen durch das Blutſerum und eine Tränkung der Gewebe mit dieſer rothen Flüſſigkeit. Sie bildet ſich theils ſchon während des Lebens bei Zerſetzung des Blutes durch Gangrän, und dieſe rothe Flüſſigkeit iſt es, welche die Brandjauche und den Inhalt der ſogenannten Brandblaſen an der Oberfläche brandiger Theile bildet. Häufiger entſteht aber eine ſolche rothe Färbung erſt nach dem Tode, namentlich im Bereiche des Gefäßſyſtemes, an den inneren Häuten der Aorta, des Herzens.

---

[1]) Icones hist. path. Taf 9. Fig. 10. [2]) Icones hist. path. Taf. 2. Fig. 1 u. 3.
[3]) Icones hist. path. Taf. 14. Fig. 1 u. 4. [4]) Icones hist. path. Taf. 2. Fig. 2.

Schwarze, überhaupt dunkle Färbung der Gewebe. Sie wird im Allgemeinen mit dem Namen Melanoſe bezeichnet. Die wahre Melanoſe beſteht in einer Neubildung von ſchwarzem Pigment, welches ſich, ganz wie das normale ſchwarze Pigment, als Zelleninhalt in eigenen Zellen, den Pigmentzellen, entwickelt. Die hiebei ſtattfindenden Vorgänge haben wir ſchon unter den pathologiſchen Neubildungen betrachtet. Die Färbung zeigt verſchiedene Eigenthümlichkeiten, je nach der Quantität und Anordnung des ſchwarzen Pigmentes: iſt dieſes ſehr reichlich und dichtgedrängt, ſo iſt das Reſultat eine gleichmäßige dunkelſchwarze Farbe, iſt ſeine Ablagerung auf einzelne, netzförmige Partien beſchränkt, deren Maſchen frei von Pigment erſcheinen, ſo ſtellt ſich der Theil ſchwarz geadert dar; iſt endlich das Pigment ſparſam aber gleichmäßig in dem Gewebe vertheilt, ſo erſcheint dieſes dem unbewaffneten Auge von grauer Farbe. Verſchieden von dieſer wahren Melanoſe iſt eine viel häufiger vorkommende falſche Melanoſe, welche ſich zwar hiſtologiſch ebenſo verhält, aber einen andern Urſprung und eine verſchiedene Entwicklungsweiſe hat. Auch bei ihr wird die ſchwarze Färbung durch Ablagerung eines körnigen Pigmentes zwiſchen den normalen Gewebstheilen bedingt, aber dieſe ſchwarzen Pigmentkörner entwickeln ſich nicht allmälig in Zellen, ſie entſtehen ſehr ſchnell, oft urplötzlich durch eine wahrſcheinlich rein chemiſche Veränderung des Blutfarbeſtoffes. Dieſer Vorgang, die Umwandlung von Blut in ein ſchwarzes körniges Pigment, läßt ſich bisweilen auf eine ſehr ſchlagende, keinen Zweifel übriglaſſende Weiſe beobachten. Man ſieht unter dem Mikroſkope unzweifelhafte, mit Blut erfüllte, netzförmig verzweigte Capillargefäße: dieſe ſind an einzelnen Stellen mit Aggregaten von normalen rothen Blutkörperchen gefüllt, allmälig geht aber dieſe rothe Farbe in eine roſtfarbige über, dieſe in eine dunkelbraune, endlich in eine ſchwarze. Ein und daſſelbe Capillargefäß zeigt häufig alle dieſe verſchiedenen Farbennüancen zugleich [1]). Man beobachtet dieſe Pſeudomelanoſe am häufigſten an der Oberfläche von Organen, die in der Bauchhöhle liegen: unter der Seroſa des Magens und Darmkanales, der Leber, der Milz, auch auf der Schleimhaut des Darmkanales, als Melanoſe der Darmzotten [2]). Iſt dieſer Zuſtand über einen größern Theil der Oberfläche eines der genannten Organe verbreitet, ſo erſcheint derſelbe dem unbewaffneten Auge ſchieferfarbig: bei Melanoſe der Darmzotten zeigt ſich die Schleimhaut ſchwarz oder dunkelgrün punktirt. Eine ähnliche Pſeudomelanoſe beobachtet man bisweilen bei Gangrän der genannten Organe: in den roſtfarbigen Klumpen von extravaſirtem und geronnenem Blut, welche man bei Gangrän ſelten vermißt, bemerkt man dann zahlreiche ſchwarze Körner, ſo bei Gangrän der Milz [3]). Die Entſtehung dieſer Pſeudomelanoſe muß, wie ich glaube, folgendermaßen erklärt werden: Das Agens, wodurch die Zerſetzung des Blutes bewirkt wird, iſt Schwefelwaſſerſtoff oder hydrothionſaures Ammoniak. Dieſes zerſetzt den Blutfarbeſtoff und verwandelt die Eiſenverbindung in demſelben in Schwefeleiſen, welches ſich in Form von ſchwarzen Körnern und Körnchen abſcheidet. Für dieſe Erklärung ſpricht zuerſt der Umſtand, daß die erwähnte Pſeudomelanoſe faſt ausſchließlich im Bereiche des Darmkanales vorkommt, wo ſich Hydrothionſäure und hydrothionſaures Ammoniak ſo häufig bilden; ferner die Beobachtung, daß die ſchwarzen Körnchen der Pſeudomelanoſe ſich in Salpeterſäure auflöſen, was ich mehrmals unzweifelhaft beobachtete, und wodurch ſie ſich von der wahren Melanoſe, deren Pigment durch Säuren nicht verändert

[1]) S. Icones hist. path. Taf. 26. Fig. 4. [2]) Icones hist. path. Taf. 26. Fig. 3. Taf. 9. Fig. 9, 10. u. 11. [3]) Icones. Taf. 10. Fig. 5.

wird, unterſcheiden. Zu dieſer Pſeudomelanoſe gehört ohne Zweifel auch die graue und ſchwärzliche Färbung, welche man häufig an den Wänden ſchlechter und übelriechender Abſceſſe beobachtet. Unter dem Mikroſkope ſieht man, daß dieſe Färbung von einer Ablagerung ſehr kleiner ſchwarzer Körnchen abhängt, welche den bei der Pſeudomelanoſe beſchriebenen vollkommen gleichen. Bonnet hat bereits die Vermuthung ausgeſprochen, daß dieſe Färbung der Abſceßwände von hydrothionſaurem Ammoniak abhänge. Was die Diagnoſe dieſer Pſeudomelanoſe und ihre Unterſcheidung von der wahren Melanoſe betrifft, ſo iſt ſie ſchwierig und auch bei der ſorgfältigſten mikroſkopiſchen Unterſuchung nicht immer leicht. Das Pigment der wahren Melanoſe iſt in Zellen eingeſchloſſen; doch ſind die Wände derſelben bisweilen undeutlich und ſchwer zu ſehen und auf der andern Seite ſieht man auch die Körner der Pſeudomelanoſe bisweilen auf zelligen Gebilden aufſitzen; dieſe ſcheinen damit bedeckt, ja es hat oft den Anſchein, als ſeien ſie damit angefüllt. Ein anderes Unterſcheidungszeichen beſteht darin, daß die Pigmentmolecüle der wahren Melanoſe von Salpeterſäure nicht aufgelöſ't werden, wohl aber die der Pſeudomelanoſe. Indeſſen ſind alle die Theile, in denen die wahre und falſche Melanoſe vorkommt, von der allgemeinen Ernährungsflüſſigkeit durchtränkt und enthalten flüſſiges Eiweiß. Dieſes wird durch die Salpeterſäure coagulirt und die dadurch bewirkte Trübung des mikroſkopiſchen Präparates bewirkt, daß man häufig nicht mit Sicherheit beſtimmen kann, ob das Pigment aufgelöſ't wird oder nicht. Dieſe Umſtände erſchweren die Unterſcheidung beider Arten von Melanoſen im ausgebildeten Zuſtande. Iſt dagegen die Pſeudomelanoſe noch in der Entſtehung begriffen, ſo daß man in demſelben Präparate alle Farbennüancen vom urſprünglichen Blutroth bis zum dunklen Blauſchwarz wahrnimmt, dann iſt die Unterſcheidung durch das Mikroſkop leicht. Ebenſo gewährt die Art des Vorkommens und die begleitenden Umſtände häufig auch ohne mikroſkopiſche Unterſuchung einen Anhaltspunkt für die Diagnoſe.

Eine eigenthümliche, indeſſen jedenfalls noch zweifelhafte Art der Melanoſe iſt diejenige, welche von der Ablagerung einer von außen eingedrungenen kohlenſtoffhaltigen Materie (Kohlenſtaub) in den Lungen abhängen ſoll. Sie wird von Carswell und Chriſtiſon angenommen [1]), ſcheint mir aber noch ſehr problematiſch. Carswell ſchließt aus dem chemiſchen Verhalten der melanotiſchen Ablagerung, welches ganz mit dem des Kohlenſtaubes übereinſtimmt, aus ihren phyſikaliſchen Eigenſchaften (gleichförmige ſchwarze Färbung beider Lungen bei gleichzeitiger Abweſenheit von ſchwarzer Färbung anderer Organe) und endlich aus ihrem Vorkommen bei Perſonen, die immer in einer von Kohlenſtaub erfüllten Atmoſphäre leben, daß ſie wirklich durch eine rein mechaniſche Ablagerung bedingt ſei. Dieſe Gründe ſcheinen mir jedoch nicht ausreichend. Die angegebenen chemiſchen Eigenſchaften kommen auch dem unzweifelhaft im Innern des Körpers erzeugten Pigment zu, und der alle Zweifel niederſchlagende hiſtologiſche Nachweis, daß dies ſchwarze Pigment nur in den Lungenzellen, nicht aber, wie ſonſt bei Lungenmelanoſe, innerhalb des Lungenparenchyms abgelagert geweſen ſei, iſt in dem von Chriſtiſon beſchriebenen Falle nicht geführt worden.

IV. Umwandlung eines Gewebes in ein anderes.

Es war früher eine ſehr allgemein verbreitete Anſicht, daß ſich ein Gewebe durch pathologiſche Einflüſſe in ein anderes umwandeln könne. So ſollte der

[1]) Carswell, Pathological anatomy. Melanoma p. 6.

Skirrhus, der Markſchwamm aus einer Umwandlung der normalen Gewebstheile in die Elemente des Pſeudoplasma entſtehen. Die Fortſchritte der Hiſtologie und ihre Anwendung auf die pathologiſchen Veränderungen der Gewebe haben gezeigt, daß dieſe Anſicht unrichtig iſt. Es ſind nur ſehr wenige Fälle übrig geblieben, in denen ſich wirklich die Umwandlung eines hiſtologiſch gut charakteriſirten Gewebes durch pathologiſche Einflüſſe in ein anderes, ebenſo deutlich hiſtologiſch beſtimmtes, nachweiſen läßt; aber ſelbſt von dieſen wenigen Fällen ſind einige noch zweifelhaft. Was hieher gehört, iſt Folgendes:

Pathologiſche Umwandlung von Knorpelgewebe in Knochengewebe wird beobachtet bei der Verknöcherung permanenter Knorpel in alten Perſonen, und findet ſich namentlich in den Knorpeln des Larynx, in den Rippenknorpeln. Die verknöcherte Knorpelſubſtanz hat ganz die Structur des normalen Knochengewebes und der Vorgang dabei iſt ganz derſelbe, wie er bei der normalen Umwandlung der Knorpel in Knochen im jugendlichen Alter beobachtet wird: er ſchließt ſich in jeder Hinſicht ganz an dieſen normalen Proceß an.

Umwandlung von Muskeln in Fett. In Fällen, wo die Muskeln lange Zeit hindurch in ihrer Function gehindert werden, namentlich bei Lähmungen, verlieren ſie ihre rothe Farbe, ihr normales Anſehen, ſie erſcheinen blaß, fettig, ja bei höheren Graden dieſes Zuſtandes entdeckt das unbewaffnete Auge gar keine Muskelſubſtanz mehr, die Muskeln ſcheinen in Fettzellgewebe umgewandelt. Dieſe Umwandlung iſt aber nur eine ſcheinbare, wie bereits Gluge nachgewieſen hat [1]). Unter dem Mikroſkop ſieht man immer noch einzelne unveränderte Muskelprimitivbündel, aber zwiſchen ihnen befindet ſich eine große Menge Fett, theils frei in Tropfen, theils in Cyſten eingeſchloſſen, wie im normalen Fettzellgewebe. Nur einmal glaubte ich eine wirkliche Umwandlung der Muskelprimitivbündel in Fettgewebe zu bemerken. Es war dies bei einer hypertrophiſchen Uvula, die Hr. Breſchet in Paris im Sommer 1839 exſtirpirte und die ich ſogleich nach ihrer Hinwegnahme unterſuchte. Sie beſtand äußerlich aus der normalen Schleimhaut mit normalem Epithelium; ihr Inneres zeigte ſehr viel Fettzellgewebe und zwiſchen dieſem viele der Länge nach verlaufende Muskelprimitivbündel. Viele von den letzteren ſchienen in einer offenbaren Umwandlung in Fettgewebe begriffen. Sie enthielten in ihrem Innern regelmäßige, perlenſchnurähnlich an einander gereihte Fettzellen, während die dieſe Fettzellen ſchlauchartig umgebende Hülle deutliche Querſtreifen zeigte, ganz ähnlich denen, welche man an der Scheide von Muskelprimitivbündeln beobachtet. Doch möchte ich auf dieſe vereinzelte Beobachtung keinen großen Werth legen, da bei einem ſo zarten und überdies hiſtologiſch nach ſo dunklen Gegenſtande, wie es die Querſtreifen der Muskelprimitivbündel ſind, gar zu leicht optiſche Täuſchungen vorkommen können.

Umwandlung von Nerven in Fett. Fick hat [2]) eine Beobachtung mitgetheilt, wodurch wahrſcheinlich gemacht wird, daß ſich auch Nervenprimitivfaſern durch pathologiſche Einflüſſe in Fett umwandeln können. Es laſſen ſich aber hierbei dieſelben Bedenken erheben, die ich eben bei dem von mir beobachteten Fall anführte: die Sache iſt durch directe Beobachtungen ſchwer zu entſcheiden, weil bei der Zartheit des Gegenſtandes leicht Täuſchungen vorkommen können und man darf deßhalb aus einem einzelnen Fall nicht zu viel ſchließen. Die Sache ſelbſt iſt aber ſehr intereſſant und verdient jedenfalls, daß man keine Gelegenheit vorüber gehen laſſe, weitere Nachforſchungen darüber anzuſtellen.

J. Vogel.

[1]) Anat.-mikroſkop. Unterſuch. Minden 1838. S. 125. [2]) Müller's Archiv. 1842. S. 19.

Nachtrag.

Entwicklungsgeschichte,

mit besonderer Berücksichtigung der Mißbildungen [1]).

Einer der Gründe, welche schon seit den ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit der Naturforscher und Aerzte auf die Entstehungs- und Bildungsweise der organischen und namentlich des thierischen und menschlichen Körpers gelenkt haben, sind die Mißbildungen, Mißgeburten, Monstrositäten, Monstra, Vitia primae conformationis, congenita s. adnata, deren Häufigkeit und Mannichfaltigkeit gerade bei dem Menschen nicht unbedeutend ist. Lange Zeit waren dieselben freilich mehr Gegenstand des Schreckens nnd Widerwillens, des Aberglaubens und der Neugierde, als der wissenschaftlichen Forschung. Wir müssen sie aber doch nächst dem sehr begreiflichen Drange die, die organischen Körper so wesentlich von den unorganischen unterscheidende Entstehungsweise derselben zu ermitteln, als eine der Haupttriebfedern und Quellen des Studiums der Entstehungs- und Entwicklungsweise des thierischen und menschlichen Körpers betrachten. Andererseits sind sie freilich erst Gegenstände wissenschaftlicher Untersuchungen geworden, als das Studium der Entwicklungsgeschichte bereits einen gewissen Grad seiner Ausbildung erlangt hatte, und dann sind sie wieder für dasselbe sehr folgenreich und fruchtbringend gewesen.

In dieser wechselsweisen Beziehung des Studiums der Mißbildungen und der Entwicklungsgeschichte überhaupt, mag es begründet betrachtet werden, wenn ich hier gewissermaßen zur Einleitung einer Darlegung des jetzigen Standpunktes der Untersuchungen über die Mißbildungen einen Abriß der Entwicklungsgeschichte überhaupt, ihrer geschichtlichen Entwicklung ihres jetzigen Standpunktes und ihres Einflusses auf die Naturforschung in den mannichfaltigsten Richtungen vorausschicke.

Wenn wir es zur leichtern Uebersicht und Auffassung für zweckmäßig halten dürfen, in dem Entwicklungsgange irgend eines Zweiges des menschlichen Wissens gewisse Abschnitte und Perioden anzunehmen, welche freilich in dem natürlichen Gange nicht gegeben sind und sich auch nicht so scharf heraus-

---

[1]) Der nachfolgende Artikel sollte unter »Mißbildung« im zweiten Bande zu stehen kommen. Da derselbe aber fertig vorlag und in pathologisch-anatomischer Hinsicht gewissermaßen ein Complement zu dem vorhergehenden bildet, so schien es passend, den ersten Band dadurch zu schließen. Wie schon im Prospectus bemerkt wurde, lag es außer dem Plane des Wörterbuchs, die Entwicklungsgeschichte mit aufzunehmen. So interessant dieselbe für die Physiologie im Allgemeinen ist, so steht doch deren Detail mit der Pathologie und mit dem Bedürfnisse der Aerzte am wenigsten im Zusammenhange. Erwünscht wird es aber gewiß vielen Lesern sein, hier die genauesten literarhistorischen Nachrichten über die Entwicklungsgeschichte der Thiere zu erhalten, um die Quellen weiterer Belehrung genauer kennen zu lernen.
Anm. d. Red.

stellen lassen, so können wir auch in dem Entwicklungsgange der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Thiere mehre solcher Perioden unterscheiden, je nachdem eine oder die andere Idee sich in der Bearbeitungsweise dieser Disciplin bei den verschiedenen Bearbeitern des Faches vorherrschend geltend gemacht hat. Es knüpfen sich dann diese Perioden am einfachsten an die Namen einzelner Männer, die wir, wenn auch nicht immer und selten gerade als die ursprünglichen Schöpfer solcher Ideen, doch als diejenigen betrachten können, die sie in ihren Arbeiten vorzugsweise durchgeführt haben.

Für die Entwicklungsgeschichte dürfen wir dann solche Perioden von den älteren und mehr vereinzelten Arbeiten fast aller ausgezeichneten Anatomen und Physiologen bis auf C. F. Wolff 1759; von ihm bis zu Döllinger 1817, und von diesem bis auf unsere Zeit und die Arbeiten Schwann's 1838 annehmen, mit welchem Letztern offenbar wieder eine neue Periode ihren Anfang genommen hat.

In den Arbeiten der früheren Jahrhunderte, an welchen fast alle die Männer Antheil nahmen, die wir auch sonst als die Begründer der Anatomie und Physiologie kennen, können wir als das allein bleibend Schätzenswerthe nur die von ihnen gesammelten Thatsachen betrachten, um so mehr, je mehr sie rein dem Object sich widmeten und treu und sorgfältig die Beobachtung der Natur betreffen. Die aus diesen Untersuchungen gezogenen allgemeinen Folgerungen mußten der Natur der Sache nach als auf einem zu beschränkten Gesichtskreise beruhend, alle mehr oder weniger unvollkommen, einseitig, dürftig und geradezu verfehlt ausfallen, wie das Heer sogenannter Zeugungstheorien sattsam dargethan hat. Die größte Menge der Beobachtungen betraf, dem natürlichen Interesse folgend, obwohl, wie leider so oft, von dem Schwierigsten ausgehend, das Ei und den Fötus des Menschen. Da blieb dann meist das Wichtigste unbekannt. Man betrachtete und stritt sich über das Gewordene, was durchaus unverständlich war, da man das Werden desselben nicht kannte. Die ersten Bildungs- und Entwicklungsvorgänge des Eies und Embryo's blieben bei der Seltenheit des Beobachtungsmateriales, bei dem nur zu oft pathologischen Zustande abortirter Eier und Früchte, bei den unvollkommenen Beobachtungsmitteln und dem unausgebildeten Beobachtungsvermögen unbekannt, und dem Spiele der Phantasie überlassen. Man untersuchte zum Theil mehr das Ei, seine Häute, den Mutterkuchen, den Nabelstrang, die Eiflüssigkeiten; zum Theil mehr den Embryo, besonders dessen Herzkreislauf und Knochensystem. Die Untersuchungen über das Ei und seine Hüllen mußten dabei noch unvollkommener ausfallen, als die über den Embryo. Für diesen hatte man doch noch einen Anhaltpunkt in der bekannteren Beschaffenheit des Geborenen und Erwachsenen, für jene aber war die Zeit ihres Verständnisses durchaus abgelaufen, und ich fürchte nicht ungerecht zu sein, wenn ich diese älteren Untersuchungen über das Ei und die Eihäute in ihren unendlichen Widersprüchen unter einander mit Ausnahme desjenigen, was sich bei jeder Beobachtung einer Nachgeburt von selbst ergiebt, für wenig brauchbar erkläre.

Statt der Aufzählung aller Arbeiten und Schriften dieser ältern Zeit, begnüge ich mich auf die Zusammenstellungen von Trew, Diss. epistolica de differentiis quibusdam inter hominem natum et nascendum etc. Norimb. 1736, 4to; von Rösslein, Diss. de differentiis inter foetum et adultum. Argentor. 1783 und Danz, Grundriß der Zergliederungskunde des ungeborenen Kindes in den verschiedenen Zeiten der Schwangerschaft; mit Anmerkungen begleitet von Sömmering. Frankf. 1792 zu verweisen.

In der Entwicklungsgeschichte der Säugethiere arbeiteten in dieser Pe-

riode vorzüglich zwei Männer mit sehr verschiedenem Erfolge. Dem großen Harvey war es nicht beschieden, durch seine Exercitationes de generatione animalium. Amstelod. 1652 für die Entwicklungsgeschichte eine ähnliche Entscheidung herbeizuführen, wie für die Blutbewegung. Seine Versuche über die Befruchtung des Eies und Embryo's bei Säugethieren hellten die Räthsel derselben nicht auf, da sie für die ersten und wichtigsten Zeiten ohne Erfolg waren, und haben ebendeßhalb mit dazu beigetragen, dieselben bis in unsere Zeiten unentziffert zu erhalten. Der Autorität Harvey's ist es unzweifelhaft nicht wenig beizumessen, daß De Graaf's († 1673) weit glücklichere Forschungen gegen hundertfünfzig Jahre fast ganz ohne Früchte blieben. Erst jetzt erkennen wir die Wichtigkeit und den Werth der Arbeiten des Letztern in seiner Schrift: De mulierum organis. Opp. omn. Cap. XII. p. 224. Amstelod. 1705. Wir sehen erst jetzt, wie nahe er daran war, das wahre Säugethierei zu entdecken, und wie es ihm wohl nur an den passenden Hülfsmitteln fehlte, um die von ihm beobachtete erste Entwicklung desselben, als unerschütterliche Wahrheit hinzustellen. Selbst seine Lehre von den Eierstöcken hatte große Mühe sich gegen die Einwürfe eines Swammerdamm, Leeuwenhoek, und anderer Gegner zu erhalten, und in dieser ganzen Periode treffen wir nur noch Verheyen (Anat. Corp. human. Cap. II.), der nur einigermaßen auf dem von ihm gelegten Grunde weiter gebaut hätte und in seinen Versuchen mit Kühen, Kaninchen und Schaafen zu gleichen Resultaten wie De Graaf gelangte.

Daß das Vogelei, und namentlich das des Haushuhns eigenthümliche Vortheile für die Beobachtung der Entwicklung des Fötus darbiete, entging auch schon den Beobachtern dieses Zeitraumes nicht. Allein die Resultate, welche Fabricius ab Aquapendente De format. foetus. Lugd. Batav. 1604 und selbst Harvey erhielten, waren von geringem Werthe, da sie meist nur auf Einzelheiten gerichtet waren. Dagegen müssen wir in der Arbeit von Malpighi: De formatione pulli und De ovo incubato in dessen Opp. omnia Tom. II. p. 47. Lugd. Bat. 1687 den ersten Versuch einer durchgeführten Entwicklungsgeschichte bewundern, der zwar noch manche Irrthümer und Mängel darbietet, mehre Punkte aber fast mit gleicher Genauigkeit kennen lehrte, wie uns dieselben nur die neueste Zeit mit allen ihren Hülfsmitteln darbietet. Von geringerer Bedeutung ist Anton Maitrejean: Traité de la formation du Poulet. Paris 1723.

Swammerdamm's unersättlicher Wissensdrang und großes Talent bewährten sich auch in Verfolgung der Entwicklungsgeschichte des Froscheies und der Eier mehrer wirbelloser Thiere glücklich. Bibel der Natur. Leipzig 1752.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Fische finden sich bei Aristoteles, Historia animalium und De generatione animalium. Belon, De aquatilibus libri duo. Paris 1553. Rondelet, De piscibus marinis. Lugd. 1554. Salviani, Aquatilium animal. hist. Lib. I. Romae 1554. Fabricius ab Aquapendente, De formato foetu. Patavii 1600. Collin's System of Anatomy. Lond. 1685. Nicolaus Stenonis, Acta Hafniensia 1673. Vol. II. De ovis viviparor. animal. Bohadsch, De veris Sepiarum ovis. Pragae 1752.

Von Seiten der Theorie sehen wir diesen ganzen Zeitraum ausgefüllt durch den Streit über Epigenese und Evolution und der Evolutionisten unter einander. Allein die Lehre von der fortwährenden neuen Bildung der Keime, obgleich sie die älteste war und Hippocrates, Empedocles, Leucippus, Aristoteles und später Harvey und Needham, Descartes, Pascal, Maupertuis u. A. ihre Vertheidiger waren, war doch noch zu

wenig durch Thatsachen der Erfahrung und richtiger Interpretation derselben unterstützt, als daß nicht die Entdeckung der präformirten Zeugungsmaterien, auch die Lehre von der Präformation der Keime und deren bloßen Entwicklung, am Ende dieser Periode hätte den Sieg davon tragen sollen. Stenon, De Graaf, Malpighi, Swammerdamm, Valisneri wurden zu sehr von ihren Entdeckungen des weiblichen Eierstockes und Eies hingerissen, als daß sie nicht auch in ihm schon den unmittelbar präformirten Embryo hätten erblicken sollen, und sich dadurch die Bezeichnung als Ovaristen oder Oviſten erworben hätten. Andererseits erregten die in dem männlichen Samen durch Ham, Leeuwenhoek und Hartsoeker entdeckten sogenannten Samenthiere zu sehr die Aufmerksamkeit, als daß wir uns wundern dürften, daß die Theorie des Diogenes und Paracelsus wieder neues Gewicht erhalten, welche in dem männlichen Samen, und namentlich in jenen Samenthierchen, den präformirten Keim erblickte. Diese Lehre der Spermatiker oder Animalculisten erreichte in der Lehre eines Gautier, Andry u. A. ihren Höhepnnkt, welche in den Samenthieren vollständig gebildete Menschen en miniature erblickten. Oviſten und Spermatiker bekämpften sich heftig unter einander, allein die Epigeneſe trat in diesem Kampfe immer weiter zurück.

Schon allein aus diesem Grunde, nicht weniger aber wegen der Bereicherung an vortrefflichem Beobachtungsmaterial, welches wir ihm verdanken, können wir von C. F. Wolff eine neue Aera in der Entwicklungsgeschichte datiren. Von dem Erscheinen seines Werkes: Theoria generationis. Halae 1759 und Theorie der Generation. Berlin 1764, so wie seiner Darstellung der Entwicklung des Darmes im bebrüteten Hühnchen: Nov. comment. Petropol. Tom. XII. und XIII. 1764 und 66 und Ueber die Bildung des Darmkanales im bebrüteten Hühnchen, übers. von F. Meckel, Halle 1812 an, müssen wir den Sieg der Epigeneſe über die Evolution datiren, welche zwar nicht ohne harten Kampf, doch auch durch die Arbeiten vieler anderer ausgezeichneter Forscher nach und nach ganz verdrängt wurde. Nächst diesem Resultate der embryologischen Forschungen dieser Periode, sehen wir in ihr die Idee wirksam, daß sowohl der Entwicklung der ganzen Thierwelt, wie auch der des Individuums ein gewisser allgemeiner Plan zu Grunde liege, welcher sowohl in jener als in diesem eine gewisse Uebereinstimmung zeige. Diese Idee ging theils aus den mehr speculativen Bestrebungen der Naturphiloſophie, besonders wo sie das empirische Material nicht ganz vernachlässigte, als aus dem auflebenden Studium der vergleichenden Anatomie hervor, welche beide Bestrebungen in der Entwicklungsgeschichte ihren Widerschein fanden.

In der Entwicklungsgeschichte des Menschen sehen wir freilich erst gegen das Ende dieser Periode Arbeiten erscheinen, in welchen allgemeinere Ideen zu Grunde liegen. Die meisten geben noch immer nur mehr oder weniger genaue und zuverlässige Beschreibungen und Untersuchungen der Eihäute und Eier, oder der Embryonen und einzelner Organe derselben, deren ganzer Werth größtentheils nur in der mehr oder weniger genauen Beobachtung beruht, während die Interpretation nothwendig meist verfehlt sein mußte. Vorzüglich wichtig sind hier für das Ei Wrisberg's Schriften De secundinarum varietate; Observat. anat. de structura ovi et secundinarum in den Comment. Soc. Reg. Gotting. 1773 Tom. IV. und 1782 Vol. V. Ferner ganz vorzüglich Hunter, Anatomia uteri humani gravidi. Lond. 1775. übers. v. Froriep Weimar 1802 durch genaueste und richtigste Darstellung der dem menschlichen Eie eigenthümlichen Decidua. Auch Sandifort, Observat. anat. pathol. Lugd. Bat. 1777 u. 79 und R. S. Albinus, Academicar. annotat. Libri

VIII. Leidae 1754—64 4to. Reuſs, Novae quaedam observat. circa structuram vasorum in placenta humana etc. Tubingae 1784. Krummacher, Diss. sistens observ. quasd. circa velam. ovi humani. Duisb. 1790. Burns, The anatomy of the gravid uterus. 1799. Schreyer, De functione placentae uterinae. Erlang. 1799. Lobstein, Essai sur la nutrition du foetus. Straſsb. 1802. Ueberſ. v. Keſtner. Halle 1804. Oken und Kieſer, Beiträge zur vergl. Zoologie, Zootomie und Phyſiologie. Bamberg 1806, beſonders wichtig für Nabelblaſe und deren Verbindung mit dem Darme des Embryo. Emmert und Hochſtätter, Ueber das Nabelbläschen in Reil's Archiv X. F. J. Moreau, Essai sur la disposition de la membrane caducque. Paris 1814. Rieke, Diss. qua investig. utrum fun. umb nervis polleat an careat. Tubing. 1816. Samuel, De ovorum velamentis. Wirceburgi 1816. Endlich die in dieſe Zeit fallenden Hand- und Lehrbücher der Geburtshülfe und Phyſiologie und unter letzteren vorzüglich Haller's Phyſiologie.

Für die Entwicklungsgeſchichte des menſchlichen Embryo's waren in dieſer Periode vorzüglich die Arbeiten von Meckel und Tiedemann wichtig, die mit wahrhaft philoſophiſchem Sinne unternommen und durchgeführt, die Bildungsgeſetze des Individuums mit denen der Thiere im Allgemeinen in Einklang zu ſetzen und zu erforſchen ſuchten. Meckel's embryologiſche Unterſuchungen finden ſich in ſeinen: Beiträgen zur vergl. Anatomie, 4 Hfte, 1808—12. Abhandlungen aus der menſchl. u. vergl. Anatomie. Halle 1806. Die Einleitung zu ſeiner Ueberſetzung von Wolff's Abhandlung über die Bildung des Darmkanales, 1812. Ueber die Entwicklung der Centraltheile des Nervenſyſtems, in ſeinem Archiv I. S. 1 und 334. Der Wirbel- und Schädelknochen S. 589. Beitrag zur Entwicklungsgeſch. d. Darmes. Ebendaſ. I. II u. III. Ueber die Dauer der Pupillarmembran. Ebendaſ. I. Beiträge zur Bildungsgeſch. des Herzens. Ebendaſ. II. Beitrag zur Entwicklungsgeſch. der Zähne. Ebendaſ. III. Auch muß ſchon hier Meckel's path. Anatomie als von größter Bedeutung für die Entwicklungsgeſch. überhaupt genannt werden. Tiedemann's hierhin gehörige Schriften ſind ſeine: Anatomie der kopfloſen Mißgeburten, Landshut 1813 und ſeine Bildungsgeſch. des Gehirns, Landshut 1816. Ferner ſind zu bemerken: Autenrieth, Suppl. ad hist. embryon. human. Tubing. 1797. Sömmering, Icones Embryonum human. Francof. 1799. Carus, Verſuch einer Darſtellung des Nervenſyſtems, 1814. Kieſer, der Urſprung des Darmkanales aus der Vesicula umbilicalis. Göttingen 1810. Rosenmüller, Quaedam de Ovariis Embryonum. Lips. 1802. u. A.

Wenn ſchon bei dieſen Unterſuchungen über die Bildung menſchlicher Embryonen die Thiere, und namentlich die Säugethiere, nicht unberückſichtigt bleiben konnten, ſo waren doch auch mehre Arbeiten denſelben ſpeciell gewidmet und beſonders über die erſte Eibildung ſuchte man durch Verſuche bei Thieren Aufſchluß zu erhalten. Hierhin gehören vorzüglich Kuhlemann's unter Haller's Theilnahme angeſtellte Verſuche: Observat. circa negot. generat. Lips. 1754, die auch in Haller's Phyſiologie wiedergegeben ſind. Ferner Grassmeyer, De Foecundat. et Conceptione humana. Gotting. 1789. Haighton, Ueber die Befruchtung der Thiere. Philos. Transact. 1797 u. Reil's Archiv. III. S. 31. Cruikſhank, Verſuche über die Befruchtung bei Kaninchen. Ebendaſ., der Erſte, welcher Säugethiereier im Eileiter ſah. Ueber die Eihäute der Embryonen handelten vorzüglich Oken, Kieſer und Emmert in ihren bereits erwähnten Abhandlungen.

Von Beobachtungen über die Entwicklung des Vogeleies ſind vorzüglich nur die von Haller: Deux mémoires sur la formation du poulet, Lausanne

1758 und in Opp. min. Tom. II. und die schon oben genannten von C. F. Wolff zu erwähnen. Auch M. Tredern, Diss. sist. ovi avium historiae et incubationis prodromus. Jenae 1808 u. Hildebrand, Diss. Struthionis Cameli Embryonis fabricam sistens. Halae 1805.

Ueber die Entwicklung niederer Thiere ist zu nennen: Cavolini, Abhandlung über die Erzeugung der Fische und Krebse übers. v. Zimmermann. Berlin 1793. — Emmert u. Hochstetter, Ueber d. Entwicklung der Eidechsen, Reil's Archiv. X. S. 84. — Stiebel, Ueber die Entwicklung der Teichhornschnecke, Meckel's Archiv. II. S. 557.

Wir müssen, wie bereits oben erwähnt wurde, diese Periode als die des letzten und härtesten Kampfes der Evolutionstheorie gegen die Epigenese betrachten und haben sowohl als Vorfechter der einen als der andern vorzüglich zwei Männer zu nennen. Die Evolution fand in dieser Periode ihre gewichtigsten Vertheidiger in Haller und Bonnet (Considérations sur les corps organisés. Amsterdam 1762); die Epigenese in C. F. Wolff und in Blumenbach: Ueber den Bildungstrieb. Göttingen 1789. Obgleich noch nicht mit den Mitteln ausgerüstet, wie wir, um die Unrichtigkeit der Evolution in der von Haller und Bonnet angenommenen Weise mit Leichtigkeit durch die unmittelbare Beobachtung des sich entwickelnden Eies, darthun zu können, stellten sie ihr dennoch sowohl aus der Entwicklungsgeschichte als aus den Erscheinungen des Wachsthumes und der Regeneration so viele Thatsachen entgegen, daß wir von da an die Evolutionstheorie, wenigstens in der früher aufgestellten Form, als gänzlich beseitigt erachten können, wenngleich selbst ein Mann, wie Cuvier sich ihr geneigt zeigte. In den die Entwicklungsgeschichte betreffenden Schriften sehen wir sie nicht mehr wirksam auftreten.

Mit dem Jahre 1817 als dem des Erscheinens des Werkes von Pander: Das bebrütete Hühnchen im Ei, Würzburg 1817, müssen wir eine neue Epoche in der Entwicklungsgeschichte beginnen lassen, wenngleich durch dasselbe nicht sogleich und unmittelbar eine auffallende Veränderung in der Entwicklungsgeschichte herbeigeführt wurde. Dennoch müssen wir dasselbe als den Ausgangspunkt eines ganz andern Geistes in der Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte betrachten, der sich bis in die neueste Zeit immer mehr und mehr geltend gemacht hat, und schon durch die außerordentlich große Zahl von ausgezeichneten Arbeiten, welche mehr oder minder durch denselben hervorgerufen wurden, seinen großen Einfluß bewiesen hat. Zwar kann nicht behauptet werden, daß die specielle Richtung, welche dem Studium der Entwicklung des Eies und Embryo's durch jenes Werk von Pander gegeben wurde, eine allgemeine Befolgung in, und noch weniger außer, Deutschland gefunden hätte. Allein wo dieses bewußt oder unbewußt auch nicht der Fall war, muß man doch zugeben, daß die größte Zahl dieser Arbeiten doch durch den Eifer Derer veranlaßt und hervorgerufen wurde, die in jener bestimmten Richtung arbeiteten.

Als geistiger Urheber dieser Richtung muß Döllinger betrachtet werden. Durch ursprünglich philosophische, und zwar naturphilosophische Studien zu der Ueberzeugung geführt, daß der Schlüssel zur Erkenntniß der Erscheinung der gewordenen und ausgebildeten Organismen, der Bedeutung des Baues und der Verrichtung ihrer Organe, in dem Werden derselben zu suchen und zu finden sei, fühlte und erkannte Döllinger dennoch wohl, daß dieses Werden nur auf dem Wege der Beobachtung und Erfahrung zu erfassen sei. Obgleich nur wenige in diesem Sinne unternommene Arbeiten seinen Namen selbst tragen, wie z. B. ein Programm: Malpighii Iconum ad historiam ovi incubati spectantium censurae. Specimen. Wirceburgi 1818. 4to. und Ueber den

Kreislauf des Blutes (Blut-Gefäßbildung) in den Denkschriften der Münchner Akademie Bd. VII 1820, und die erst kürzlich angefangene und unvollendet hinterlassenen: Grundsätze der Physiologie. Regensburg 1842, so wurden doch nur unter seiner Leitung die an tausenden von Hühnereiern angestellten höchst genauen und vollständigen Untersuchungen von Pander und d'Alton vorgenommen, und von ihm empfing der bedeutendste Forscher für die Entwicklungsgeschichte in der neuern Zeit C. E. v. Bär die Anregung zu dieser Studienrichtung. Das materiell wichtigste Resultat der Pander'schen Untersuchungen, welches als äußeres Kennzeichen der durch sie gegebenen Richtung der Entwicklungsstudien betrachtet werden kann, war die Entdeckung, daß der Keim aus verschiedenen hautartigen Schichten, Blättern zusammengesetzt ist, die zu den verschiedenen Organen und organischen Systemen des werdenden Embryo's in einer verschiedenen genetischen Beziehung stehen.

Der wichtigste Vertreter dieser in der Entwicklungsgeschichte auftretenden Richtung, dem sie auch wohl vorzugsweise die allgemeine Geltung verdankt, die sie wenigstens in Deutschland erlangte, war Carl Ernst von Bär. Nur das wahre Talent vermag solche mit der unermüdlichsten Sorgfalt und Genauigkeit bis in's Kleinste und Feinste eindringende Beobachtungen, und zugleich so umfassende allgemeine Ideen und tief in die Gesetze der thierischen Organisation eindringende Blicke zu produciren, wie sie v. Bär in seiner Bearbeitung der Entwicklungsgeschichte des Hühnchens, und später auch der Säugethiere geliefert hat. Durch ihn erhielt das so viele Jahrhunderte bestrittene Problem seine Entscheidung, ob auch die Säugethiere und der Mensch aus einem präformirten Keime sich entwickeln, oder derselbe erst das Product der Zeugung ist; und er allein konnte bisher die durch die Beobachtung unterstützte Behauptung aussprechen, daß sich dieser Keim der Säugethiere auf dieselbe Weise, nach denselben Gesetzen, wie der anderer Thiere entwickle. Nächst ihm ist es Rathke, dessen Arbeiten vorzüglich in der Sphäre niederer Wirbel- und wirbelloser Thiere und zahlreiche Specialuntersuchungen der Entwicklung der Organe auch höherer Wirbelthiere, dem Studium der Entwicklungsgeschichte der speciellen Richtung desselben Ansehn und Bedeutung geben mußten. Endlich als Schlußstein der in diese Periode fallenden und die in derselben herrschend gewordenen Ideen dieselben in eine allgemeine Anwendung für die Darstellung der Entwicklung wenigstens der Vögel und Säugethiere setzend, will ich hier, vor Erwähnung der einzelnen in diese Periode fallenden Untersuchungen, Valentin's Entwicklungsgeschichte nennen, die sowohl wegen der eigenen Arbeiten des Verfassers, deren Richtung ich später angeben werde, als durch die Wirkung, die sie durch eine zusammenfassende Darstellung der zahlreichen Einzelarbeiten ausübte, als bedeutend bezeichnet werden muß.

Sehr viele in diese Periode fallenden Arbeiten umfassen der Natur der Sache nach nicht mehr einzelne Thiere oder Thierclassen, sondern sind auf einzelne Organe und organische Systeme in ihrer Entwicklung in den verschiedensten Thierclassen gerichtet. Sehr natürlich; denn es war und ist eben ein Hauptresultat der Forschungen dieser Periode, daß ein allgemeines Gesetz die Entwicklung wenigstens aller Wirbelthiere, wenn nicht auch der Wirbellosen, bedingt und bestimmt, und es ergab sich von selbst, so wie auch durch die äußeren Verhältnisse der leichtern Zugänglichkeit und Beobachtung, auf die verschiedensten Thiere Rücksicht zu nehmen. Indessen will ich dennoch bei Erwähnung der in diese Zeit fallenden Arbeiten den

früher eingeschlagenen Gang beibehalten, und zur Ergänzung dann noch eine Zusammenstellung der die einzelnen Organe betreffenden Arbeiten geben.

Daß sich in der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Eies und Embryo's noch im Ganzen wenig von dem dieser Periode eigenen Geiste kundgethan, liegt in der Natur der Sache. Man forderte und fordert mit Recht überall die unmittelbare Beobachtung, und diese ist hier um so schwieriger, je seltener das Material in den doch Alles entscheidenden ersten Zeiten ist. So sehen wir denn in der ersten Zeit noch mehr über das „Daß", als „Was" die Streitigkeiten geführt werden, und vorzugsweise das Ei, Eihäute und Placenta als Gegenstände der Discussion. Vorzüglich beschäftigte zunächst die Beobachter die durch Okens und Kieser's oben schon erwähnte Untersuchungen angeregte Frage nach der Nabelblase: dann die Bildung und Natur der Decidua, ferner des Chorions und seiner Flocken, die Existenz oder das Fehlen der Allantois und die Beschaffenheit des mütterlichen und kindlichen Antheils der Placenta. Vorzüglich wichtig sind in diesen Beziehungen bald mehr in der einen, bald mehr in der andern folgende Schriften und Abhandlungen, denen ich selbst die bis in die neueste Zeit erschienenen hinzufüge, insofern sie nicht an der seit dem Jahre 1838 begonnenen neuen Periode der Entwicklungsgeschichte Theil genommen.

E. Home, Ueber den Uebergang des Eies aus dem Eierstocke in die weibliche Gebärmutter. Philos. Transact. P. II p. 252 und in Meckel's Archiv. IV S. 277. Vgl. auch Catalogue of the Museum of the royal college of Surgeons in Lond. Vol. V p. 153 Note. — Bojanus, Ueber die Decidua. Isis. 1821. S. 268. — Carus, Zur Lehre von der Schwangerschaft und Geburt. 2 Bde. 1822—1824. — Derselbe, Ueber die Flocken des Chorions in v. Siebold's Journal VII St. 1. — Eichwald, Disquis. physiol. in ovum human. Casani 1824. — Dutrochet und Breschet, Ueber die Eihüllen des menschl. Fötus. Journ. de Médec. Tom. VI p. 474. — Pockels, Beschreibung mehrer sehr junger menschlicher Eier. Isis 1825. S. 1342. E. H. Weber, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Embryo's in Meckel's Archiv. 1827. S. 226. R. Wagner, Ueber die hinfällige Haut in Meckel's Archiv. 1830. S. 73. — J. Müller, De ovo humano atque embryone observat. anat. Bonnae 1830. und Meckel's Archiv. 1830. S. 411. — E. Weber, Disquis. anat. uteri et ovariorum puellae septimo a conceptione die defunctae institut. Diss. Halis 1830; auch in d. Salzb. med. Zeitg. 1832. Bd. III. S. 10. W. Bock (J. Müller), Diss. de Membr. decidua Hunteri. Bonnae 1831. — J. C. Meyer, Icones selectae praeparat. Mus. Bonnensis. Bonn. 1831. p. 22. — Seiler. Die Gebärmutter und das Ei des Menschen. Dresden 1831. — Lee, On the structure of the human ovum. Med. chirurg. Transact. 1832. — Radfort, On the structure of the human placenta. Manschester 1832. — E. H. Weber, Ueber den Bau der Placenta in Hildebrandt's Anatomie. Bd. IV S. 495. 1832. und in R. Wagner's Physiologie. S. 124. 1842. —Breschet, Etudes sur l'oeuf humain. Mémoires de l'acad. roy. de Méd. Tom II. 1833 — Velpeau, Embryologie ou ovologie humaine. Paris 1833. — Le Sauvage, Développement, organisation et fonction du Membr. caduca. Archv. gén. Mai 1833. — Ley, Ueber die Structur des Mutterkuchens. Lond. med. gaz. 1833. — Th. L. W. Bischoff, Beiträge zur Lehre von den Eihüllen des menschl. Fötus. Bonn 1834. — Lyclama a Nycholt, Diss. de placentae evolutione

Lugd. Bat. 1834. — Tilanus, Ueber die Bildung der Decidua. Tydschrift voor naturlyke Geschiedenis. 1834. p. 263. — Buisson, Anatomie et physiologie des annexes du foetus. Paris. 1834. 8to. — Mayo, Ueber den Bau der Decidua. Med. quart. Review. April 1835. — J. C. Mayer, Ueber die Nabelblase und die Allantois des Menschen. Nov. act. nat. curios. XVIII. 1837. — v. Bär, Beschreibung eines 8 Tage alten menschlichen Eies in v. Siebold's Journal. 1835. XIV Hft. 3. — J. Müller, Beschreibung und Abbildung eines 7—8 Linien im Durchmesser haltenden Eies mit der Allantois, in dessen Archiv. 1834. S. 8 und Physiologie II S. 713. — Ritgen, Beiträge zur Aufhellung der Verbind. der menschl. Frucht mit dem Fruchthälter Leipzig. 1835. — Flourens, Cours sur la génération, l'ovologie etc. Paris. 1836. — Derselbe, Ueber die Gefäßverbindung zwischen Mutter und Kind. Ann. des sc. nat. 1836. — Schott, Die Controverse über die Nerven des Nabelstranges. Frankf. 1836. — Coste, Embryogénie comparée. Paris. 1837. — Montgommery, Die Lehre von den Zeichen der menschlichen Schwangerschaft, übers. v. Schwann. Bonn. 1837. — Eschricht, De organis, quae respirationi et nutritioni foetus inserviunt. Hafn. 1837. — Rob. Lee, Ueber den Bau der Decidua vera und reflexa. Lond. med. gaz. 1838. p. 334. — Churchill, Ueber den Nabelstrang. Edinb. med. and surg. Journ. No. 174 p. 281. 1838. Wharton Jones, Beschreibung eines sehr frühen menschl. Eies. Philos. Transact. 1837. p. 339. Breschet und Gluge, mikroskopische Unters. der Eihäute. Ann. des sc. nat. VIII p. 224. — Jacquemier, Ueber den Bau der Placenta. Archv. gén. 1838. p. 165. — Hugh Carmichael, Ueber den Sitz der Placenta im Uterus. Dubl. med. Press. 1839. — Volkmann, Beschreibung eines menschl. Eies aus der frühesten Periode der Schwangerschaft. Müller's Archiv. 1839. S. 248. — Serres, Ueber die Bildung des Amnion. Ann. des sc. nat. XI p. 234. — Allen Thomson, Zusammenstellung der bis jetzt bekannt gewordenen Beobachtungen frühster menschlicher Eier und Beschreibung mehrer neuer. Edinb. med. and surg. Journ. No. 140 p. 119. 1840. — William Bloram, Ueber den Bau der Placenta und ihre Verbindung mit dem Uterus. Lond. med. gaz. 1840. April. p. 74. — Knox, Ueber den Bau der Placenta. Ibid. Oct. p. 209. R. Lee, Ueber den Bau der Decidua. Ibd. Aug. p. 833. — John Reid, Ueber das Verhalten der Gefäße der Mutter zu denen des Kindes in der Placenta. Edinb. med. and surg. Journ. No. 146. p. 1. 1841. — Sharpey, Ueber den Bau der Placenta. Note zu Dr. Baly's Uebers. von J. Müller's Physiologie II. 1841. — Coste, Ueber den Bau der Decidua und den mütterlichen Antheil der Placenta. Comptes rendus. 1842. Julliet.

Für die Bildung und die Beschaffenheit des Säugethiereies war, wie ich schon erwähnte, diese Periode durch Entdeckung des Eierstockeies von entscheidender Wichtigkeit. Darüber und über die Entwicklung desselben und des Embryo's erschienen folgende Schriften:

Dutrochet, Untersuchungen über die Fötushüllen. Mém. de la soc. d'émulat. Ann. VIII 1817. p. 1—64. auch in Meckel's Archiv. V S. 535. Cuvier, Ueber das Ei der Säugethiere. Mém. du Muséum d'hist nat. Tom. III p. 98. auch in Meckel's Archiv. V S. 574. — Dutrochet, Mémoire pour servir a l'hist. anat. et phys. des végétaux et des animaux. Paris. 1837. — Emmert und Burggrätz, Beobachtungen über einige schwangere Fledermäuse. Meckel's Archiv. IV S. 1. 1818. — Emmert,

Bemerkungn über die Harnhaut. Ebendaſ. S. 537. — Bojanus, Ueber die Darmblaſe des Schaaffötus. Ebend. S. 34. — Mondini, Bemerkungen über die Hüllen des menſchlichen und einiger Säugethier-Fötus. Opuscol. scientif. Bologn. 1819. Vol III p. 380; auch in Meckel's Archiv. V S. 592. — Alleſſandrini, Bemerkungen über die Fötushüllen von Phoca. Ebend. S. 298. — E. Home, Ueber die Eier der verſchiedenen Opoſſum- und Ornithorrynchus-Arten. Philos. Transact. 1819. p. 234; auch in Meckel's Archiv. V S. 419. — Blainville, Ueber die weibl. Zeugungstheile und den Fötus der Beutelthiere. Bullet de la soc. philomat. 1818. p. 25; auch in Meckel's Archiv. VI S. 450. — Blundell, Verſuche über einige ſtreitige Punkte des Zeugungsgeſchäftes. Med. chirurg. Transact. Vol. X p. 246. 1819; auch in Meckel's Archiv. S. 422. — Bojanus, Beſchreibung eines 24 Tage alten Hundeeies und Embryo's. Acta nat. curios. X. 1. p. 139. 1820. — Prevoſt und Dumas, Ueber die erſte Entwicklung des Hunde- und Kaninchenеies. Ann. des sc. nat. Tom. III p. 135. — K. E. v. Baer, De ovi mammal. atque hominis genesi. Regiomont. 1827 und Commentar hierzu in Heuſinger's Zeitſchrift für organ. Phiſik II. p. 125. — Derſelbe, Unterſuchungen über die Gefäßverbindung zwiſchen Mutter und Frucht in den Säugethieren. Leipzig 1828. — Rathke, Ueber die Verbindung zwiſchen Mutter und Frucht des Elennthieres. Meckel's Archiv. 1832. S. 398. — Coste, Récherches sur la génération des Mammifères. Paris 1834. Bernhard, Symbolae ad ovi mammalium hist. ante praegnat. Vratislav. 1834. Wharton Jones, Ueber das unbefruchtete Säugethierei. Lond. and Edinb. philos. Mag. 1835. — R. Wagner, Einige Bemerkungen und Fragen, das Keimbläschen betreffend. Müller's Archiv. 1835. S. 373. — Valentin, Ueber den Inhalt des Keimbläschens. Müller's Archiv. 1836. S. 162. R. Wagner, Beiträge zur Geſchichte der Zeugung. Abhandl. der mathem.-phyſ. Claſſe der Königl. Baier. Akademie der Wiſſenſch. II S. 531. — Derſelbe, Prodromus hist. generat. hom. et animalium. Lips. 1836. fol. — v. Bär, Ueber die Entwicklungsgeſch. der Thiere. II. Königsberg 1837. — Coste, Embryogénie comparée. Paris 1837. — Wharton Jones, Beobachtung einiger Kaninchеneier im Eileiter. Philos. Transact. 1837. T. II p. 339. — Pockels, Ueber die Brunſtzeit der Rehe. Wiegmann's Archiv. 1835 u. Müller's Archiv 1836. S. 193. — Owen, Ueber das Ei des Ornithorrynchus. Philos. Transact. 1834. I. — Derſelbe, Ueber die Eihäute und den Fötus der Beutelthiere und des Känguru. Lond. Mag. of nat. hist. Vol I p. 471. Ann. des sc. nat. VII p. 372. L'Institut. No. 247. — Flourens, Unterſuchungen über die Structur des Nabelſtranges. Ann. des sc. nat. 1835. — Martin St. Ange, Sur les villosités du Chorion des Mammifères. Ibid. V p. 53. — Flourens, Sur les communications vasculaires entre la mère et le foetus. Ibid. V p. 65. — Eschricht, De organis, quae respirationi et nutritioni foetus mammalium inserviunt. Hafniae 1837. — J. C. Mayer, Ueber die Eihäute von Phoca vitulina. 1838. — Barkow, Ueber Schwangerſchaft und Placentarbildung beim Meerſchweinchen. — Ueberſicht der Arbeiten der ſchleſiſchen Geſellſchaft ꝛc. 1838. S. 80. — Hausmann, Ueber die Zeugung und Entſtehung des wahren weiblichen Eies bei den Säugethieren. Hannover 1840. 4to. —

Ueber das Vogelei ſchrieben in dieſer Periode: Pfeil, Diss. sistens historiam metamorphoseos quam ovum incubatum prioribus quinque diebus subit. Wirceb. 1817. 8. — Dutrochet, Geſchichte des Vogeleies vor dem Legen. Journ. de Phys. I. 88 p. 170 und Meckel's Archiv. 1820. VI S. 379.

Die wichtigsten Schriften sind aber die beiden schon oben genannten von Pander: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Ei. Würzburg 1817 mit Tafeln von d'Alton, und von Bär's klassisches Werk: Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Bd. I. 1828. Kürzer in Burdach's Physiologie. Bd. II und in dem 2. Bande des obengenannten Werkes. 1837. Sehr einflußreich wegen Entdeckung des Keimbläschens war aber auch eine Schrift von Purkinje: Symbolae ad ovi avium historiam ante incubationem. Lips. 1830. und der Artikel »Ei« im Berliner encyclopäd. Wörterbuch der med. Wissenschaften. Bd. X 1834. S. 107. — Sehr hinter dem in Deutschland gewonnenen Standtpunkte zurück blieben aber die Untersuchungen von Coste und Delpech in ihren: Mémoires sur la génerat. des Mammiséres. Paris 1835; dagegen Valentin's Handbuch der Entwicklungsgeschichte und R. Wagner's Physiologie I. S. 62. letzteres vorzüglich auch durch die in den Icones physiolog. I. gegebenen Abbildungen eine vollkommene Darstellung der Entwicklung des Vogeleies geben. Außerdem wurde dasselbe Gegenstand der meisten in dieser Periode angestellten Untersuchungen über die Entwicklung einzelner Organe, so daß auf diesem Gebiete in morphologischer und organologischer Beziehung wenig mehr zu thun übrig sein möchte.

Von Amphibien wurde namentlich die Entwicklung der Frösche und der Nattern mehrfach weiter bearbeitet. So Peschier, Chem. physiol. Bemerkungen über den Froschlaich. Meckel's Archiv. 1817. — Funk, De Salamandrae terrestris vita, evolutione, formatione tractatus. Berol. 1817. — Rathke, Diss. de Salamandrar. corpor. adiposis eorumque evolutione. Berol. 1818. — Prévost und Dumas, Ueber die Entwicklung der Froscheier. Ann. des sc. nat. Pr. Sér. Tom. II p. 110. — Steinheim, Entwicklung der Frösche. Hamburg 1820. — van Hasselt, Diss. observat. de metamorphos. quarund. part. ranae temporar. Groening. 1820. — Rusconi, Amours des Salamandres aquatiques. Milan. 1821. — Rusconi, Dévéloppement de la Grénouille commune. Milan. 1826. — Tiedemann, Ueber das Ei der Schildkröte. Heidelberg. 1828. — Baumgärtner, Ueber Nerven und Blut. Freiburg. 1830. und Müller's Archiv. 1835. S. 563. — v. Bär, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Schildkröte. Müller's Archiv. 1834. S. 544. — v. Bär, Die Metamorphosen des Eies der Batrachier vor der Erscheinung des Embryo's. Müller's Archiv. 1834. S. 481. — Brande, Chemische Analyse der Eier von Coluber natrix. Meckel's Archiv. III S. 389. — Volkmann, De Colubri natricis generatione. Lips. 1834. — Rusconi, Erwiderung auf die Bemerkungen v. Bär's über die Entwicklung des Froscheies. Müller's Archiv. 1836. S. 205 — v. Bär, Entwicklungsgeschichte der Batrachier in seiner Entwicklungsgeschichte der Thiere Bd. II S. 280. 1837. — Rathke, Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg. 1839. 4to. —

Auch über die Entwicklung der Fische wurden mehrfache Arbeiten geliefert. — Vauquelin, Analyse der Eier des Hechtes. Journ. de Pharmac. p. 385. und Meckel's Archiv. IV S. 608. — Forchhammer, De Blennii vivipari formatione et evolutione observationes. Kiliae 1819. — Rathke, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Haifische und Rochen in seinen Beiträgen zur Geschichte der Thierwelt. IV S. 4. 1827. — Derselbe, Bildungs- und Entwicklungs-Geschichte des Blennius viviparus in seinen Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungs-Geschichte des Menschen und der Thiere. II S. 1. 1833. — Derselbe, Ueber das Ei einiger Lachsarten.

Meckel's Archiv. 1832. S. 392. — Prévost, De la generation chez le Sechot (Mulus gobio). Genéve 1828. — J. Davy, Entwicklung von Torpedo. Philos. Transact. 1834. II. — v. Bär, Unterſuchungen über die Entwicklungsgeſchichte der Fiſche. 1835. 4to. — Rusconi, Sopra la fecondazione artificiale ne pesci. Bibl. ital. Tom. 79. und Müller's Archiv. 1836. S. 278. 1840. S. 186. — Schaw, künſtliche Befruchtung von Lachseiern Frorp. N. Not. Nro. 293. — v. Bär, Entwicklung der Fiſche in ſeiner Entwicklungsgeſchichte der Thiere. Bd. II S. 295. — J. Müller, Ueber die Verbindung des Fötus einiger Haifiſche mit der Mutter durch einen Mutterkuchen. Bericht über die Verhandl. der Königl. Ak. der Wiſſenſchaften zu Berlin. 1839. Februar und April. —

Die Entwicklungsgeſchichte der Inſecten und anderer Annulaten bearbeiteten vorzüglich: Herold, Entwicklungsgeſchichte der Schmetterlinge. Kaſſel 1815. — Derſelbe, Ueber den Bau und die Entwicklung des Spinneneies. Marburg 1824. — E. H. Weber, Ueber die Entwicklung des Blutegels. Meckel's Archiv. 1828. S. 336. — Rathke, Entwicklungsgeſchichte des Flußkrebſes. Leipzig 1829. Fol. und in Burdach's Phyſiologie Bd. II. — Derſelbe, Entwicklungsgeſchichte der Blatta germanica. Meckel's Archiv. 1832. — Derſelbe, Ueber die Entwicklung der Waſſeraſſel. Abhandlungen etc. I., 1. — Derſelbe, Ueber die Entwicklung der Kelleraſſel. Abhandlungen. II S. 69. — Ueber die Entwicklung von Daphnia pulex, Lynceus sphaericus, Cyclops quadricornis. Ebend. S. 85. 1833. — Herold, Unterſuchungen über die Bildung wirbelloſer Thiere im Ei. Von der Erzeugung der Inſecten. 1835 I. 1838 II. — Rathke, Ueber die Entwicklung der Decapoden. Müller's Archiv. 1836. S. 187. — Milne Edwards, Ueber die Entwicklung des Limulus. L'Institut No. 258. — Duncan, Zur Entwicklung des Garnelenkrebſes. L'Institut No. 245. — Filippi, Sopra l'anatomia e lo sviluppe delle Clepsine. Pavia 1839. Giorn. med. chirurg. di Pavia. Vol. XI. Fasc. LXI. — Rathke, Ueber die Entwicklung mehrer Cruſtaceen. Wiegmann's Archiv. 1840. S. 244. — Jurine, Histoire des Monocles. Genéve 1840. — Rathke, Zur Entwicklungsgeſchichte der Decapoden. Beiträge zur vergl. Phyſ. und Anat. Reiſebemerkungen aus Scandinavien. Danzig 1842. —

Mit der Entwicklungsgeſchichte der Mollusken beſchäftigten ſich in dieſer Periode: E. Home, Ueber die unterſcheidenden Merkmale zwiſchen den Eiern der Sepien und der im Waſſer lebenden Schaalthiere. Meckel's Archiv. 1818. IV S. 274. — Carus, Von den äußeren Lebensbedingungen der weiß- und kaltblütigen Thiere. Leipz. 1824. 4to — Prévost, De la generation chez les moules des peintres. 1825. — Coldſtream, Ueber den Fötus von Sepia off. Lond. and Edinb. philos. Mag. Oct. 1833. — Laurent, Observations sur le dévéloppement de l'oeuf des limaces. Ann. des sc. nat. Tom. IV p. 248. — Jaquemin, Sur le dévéloppement des Planorbe. Ann. des sc. nat. V p. 117 und 119. — Quatrefages, Sur la vie intrabranchiale des petites anodontes. Ibid. p. 321. — Dujardin, Lettre sur les phénoménes présentés par les oeufs de Limace pondus depuis peu de temps. Ibid. VII p. 374. — Dugés, Sur le dévéloppement de l'embryon chez les Mollusques cephalopodes. Ibid. VIII. q. 107. — Dumortier, Mém. sur l'embryogenie des Mollusques gasteropodes. Ibid. p. 129. Bruxelles. 1837. Pouchet, Sur le devéloppement de l'embryon des Lymnées. Ibid. X p. 63. — Sars, Ueber die Entwicklung von Tritonia, Eolidia, Doris und Aplyſia. Wiegmann's Archiv. 1840. S. 196. — Rathke, Ueber

die Entwicklung von Mysis vulg. Wiegmann's Archiv. 1839. S. 195. — van Beneden, Récherches sur l'Embryogénie des Sepioles. Mém. de l'acd. de Bruxelles. 1841. — Derſelbe, et Windischmann sur l'embryogénie des Limaces. Bruxelles 1841. — Derſelbe, Récherches sur le développement des Aplysies. Bullet de l'acad. royal. de Bruxelles. Tom. VII No. II.

Beiträge zur Entwicklungsgeſchichte noch niedrigerer Thiere lieferten: Rathke, Zur Morphologie. Reiſebemerkungen aus Taurien. Riga und Leipzig. 1837. 4to. — Sars, Mém. sur le développement de la Medusa aurita et Cyanea capillata. Ann. des sc. nat. Tom. XVI p. 321. und Wiegmann's Archiv. III S. 404. — v. Siebold, Ueber Medusa aurita. Neuſte Schriften der naturforſchenden Geſellſchaft in Danzig. III. 2. 1839. — Ehrenberg, Ueber Medusa aurita. Abhandlungen der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften. 1835. — Dujardin, Sur l'embryogénie des Entozoaires. Ann. des. sc. nat. VIII p. 303. — Derſelbe, Sur les Taenias et les mouvements de leur Embryon dans l'oeuf. Ibid. X p. 29. — v. Siebold, Entwicklung mehrer Eingeweidewürmer in Burdach's Phyſ. II. 2. Aufl. S. 211. — Lowen, Entwicklung von Campanularia und Syncoryne. Wiegmann's Archiv. 1837. S. 249 und 321. —

Während uns auf ſolche Weiſe die Literatur eine große Anzahl monographiſcher Bearbeitungen der Entwicklungsgeſchichte des Eies und Embryo's einzelner Thiere und Thierclaſſen nachweiſet, hat es auch nicht an ſolchen über die Entwicklung einzelner Organe oder organiſcher Apparate, oft in größerer Ausdehnung über viele Thierclaſſen, gefehlt.

So ſchrieben über die Entwicklung der Knochen: Schulze, Ueber die erſten Spuren des Knochenſyſtems und die Entwicklung der Wirbelſäule in den Thieren. Meckel's Archiv. 1818. IV S. 329. — Becklard, Ueber die Oſteoſe. Meckel's Archiv. 1820. VI S. 405. — Meckel, Beitrag zur Entwicklungsgeſchichte der Wirbel. Archiv. 1820. VI S. 397. — Serres, Ueber die Geſetze der Oſteogenie. Ebend. 1821. VII S. 451. — Rathke, Ueber die Kiemenbogen der Embryonen der Wirbelthiere. Iſis. 1825. S. 747 und 1100. 1827. S. 84. 1828. S. 108. — Derſelbe, Ueber den Kiemenapparat und das Zungenbein. Riga und Dorpat. 1832. 4to. — v. Bär, Ueber die Kiemen und Kiemengefäße der Embryonen der Wirbelthiere. Meckel's Archiv. 1827. S. 556 und 1828. S. 143. — Reichert, Ueber die Kiemen oder Visceralbogen der Embryonen der Wirbelthiere. Müller's Archiv. 1837. S. 120. — Derſelbe, Ueber die Entwicklungsgeſchichte des Kopfes der nackten Amphibien. Königsberg. 1838. 4to. — Rathke, Ueber die Entwicklung des Bruſtbeins: Zur Entwicklungsgeſchichte der Thiere. Müller's Archiv. 1838. S. 365. — Derſelbe, Ueber die Entwicklung des Schädels der Wirbelthiere. Vierter Bericht des naturwiſſenſchaftlichen Seminars zu Königsberg. 1839. 4to. — Leukart, Ueber den Zwiſchenkiefer. Freiburg. 1840. 4to. — Endlich auch die Hand- und Lehrbücher der Anatomie von Hildebrand, Ausg. von E. H. Weber, und von J. M. Weber. — Ueber die Entwicklung der Zähne: Rousseau, Diss. sur la prémiére et la deuxiéme dentition. Paris. 1820. — Derſelbe, Anat. comparée du systeme dentaire. Paris. 1838. — Arnold, Salzb. med. Zeitung. 1831. S. 236. — Rashkow, Meletemata circa dentium mammalium evolutionem. Vratislav. 1834. — Linderer, Handbuch der Zahnheilkunde. Berlin. 1837. S. 88 und 219. — Nasmyth, Researches on the developpement struct. and diseases of the teeth. Lond. Med. chirurg. Transact. 1839. — Goodsire, Ueber den Urſprung und die Entwicklung des Zahnmarkes und der Zahnſäckchen beim Menſchen. Frorp. N. Not. No. 199—203.

Ueber die Entwicklung des Centralnervenſyſtems und der Sinnesorgane ſchrieben; Akermann, De systematis nervei primordiis. Manhemii 1823. — Girgenſohn, Bemerkungen über die Deutung einiger Theile des Fötusgehirnes. Meckel's Archiv. VIII S. 358. — Derſelbe, Bildungsgeſchichte des Rückenmarksſyſtems. Riga und Leipzig 1837. — Rathke, Ueber die Entſtehung der Glandula pituitaria. Müller's Archiv. 1838. S. 482. — Kieſſelbach, Diss. sistens format. et evolut. Nervi sympath. Monachi 1836. — Ueber das Auge: Cloquet, Ueber die Pupillarmembran und die Bildung des kleinen Pulsaderkreislaufes der Blendung. Paris. 1818. Meckel's Archiv. IV S. 636. — Portal, Ueber die Pupillarmembran. Mém. du Muséum IV S. 457. Meckel's, Archiv. IV S. 640. — v. Ammon, De genesi et usu maculae luteae. Weimar. 1830. — Huſchke, Ueber die Entſtehung des Auges. Meckel's Archiv. 1832. — Henle, Diss. de membrana pupillari Bonnae. 1832. — Reich, Diss. de membr. pupillari. Berolin. 1832. — Arnold, Unterſuchungen über das Auge des Menſchen. 1832. S. 135. — J. Müller, Ueber die Membr. capsulo pupillaris. v. Ammon's Zeitſchrift. Bd. II S. 391. — v. Ammon, Die rothe Färbung in den Augenhäuten und Augenflüſſigkeiten mancher menſchl. Embryonen. Ebend. II S. 446. — Derſelbe, Skizze einer Entwicklungsgeſchichte des menſchlichen Auges. Ebend. II S. 503. — Arnold, Ueber die Membr. capsulo pupillaris. Ebend. III S. 37. Valentin, Zur Bildung des Fötusauges. Ebend. III S. 302. — v. Ammon, Die Bildung des Vogelauges in den erſten Tagen ſeiner Entſtehung. Ebend. III S. 341. — Rathke, Bildungsgeſchichte des Auges beim Schleimfiſche. III S. 362. — Henle, Einige Worte über die Membr. capsulo pupillaris. Ebend. IV S. 23. — Arnold, Einige Worte über die Membr. capsulo pupillaris. Ebend. IV S. 28. —

Ueber die Entwicklungsgeſchichte des Gehörorganes ſchrieben: Hyrtl, Beiträge zur Entwicklungsgeſchichte des Gehörorganes Oeſter. med. Jahrb. XX S. 449. — Reichert, in ſeiner oben erwähnten Abhandlung über die Visceralbogen in Müller's Archiv. 1837. — Seydl, De genesi auris externae Vratislav. 1837. — Günther, De cavitatis tympani et part. adhaer. genesi. Diss. Dresdae. 1838. — Derſelbe, Beobachtungen über die Entwicklung des Gehörorganes. Leipzig. 1842.

Ueber die Bildung der Geruchswerkzeuge der Säugethiere. Rathke, Abhandlungen I S. 95. —

Beiträge zur Entwicklungsgeſchichte des Darmes lieferte Spangenberg in Meckel's Archiv. V S. 87. 1819. —

Beobachtungen über die Structur und Entwicklung einiger conglomerirter und einfacher Drüſen. E. H. Weber in Meckel's Archiv. VIII. 1823. S. 274. — J. Müller, De glandularum secernent. structura penitiori. Lips. 1830. — Arnold, Ueber die Entwicklung der Milz, Schilddrüſe, Thymus und Nebenniere. Salzburger med. Zeitg. 1831.

Ueber die Athemorgane: Fleiſchmann, Einiges über den Gang der Ausbildung der Luftröhre. Meckel's Archiv. 1823. VIII S. 65. — Meckel, Beiträge zur Entwicklungsgeſchichte der Lungen. Archiv. 1830. S. 230. — Leukart, Unterſuchungen über die äußeren Kiemen der Rochen und Haien. Heidelberg. 1836. — Serres, Ueber die Kiemen und den Reſpirations-Apparat des Embryo's. Ann. des sc. nat. IX p. 328. X p. 129. XIII p. 141. —

Ueber die Kreislaufsorgane und das Blut; Kilian, Ueber den Kreislauf des Blutes bei dem Kinde, welches noch nicht geathmet hat. Karlsruhe. 1826.

Baumgärtner, Ueber Nerven und Blut. Freiburg 1830. — Allen Thomson, On the developpement of the vascular system. Edinb. new philos. Journ. 1830. — Koabbe, De circulatione sanguinis in foetu maturo. Bonnae 1834. — Schulz, System der Circulation. Stuttgart 1836. — Burow, Beiträge zur Gefäßlehre des Fötus. Müller's Archiv. 1838. S. 44. — Rathke, Entwicklungsgesch. des Venensystems, Bericht des naturwissenschaftl. Seminars in Königsberg. 1838.

Ueber die Entwicklung der Geschlechtstheile der Urodelen: Rathke, in seinen Beiträgen zur Geschichte der Thierwelt. I. S. 1. — Derselbe, Beobachtungen und Betrachtungen über die Entwicklung der Geschlechtstheile der Wirbelthiere. Beiträge. II. S. 1. — Seiler, Ueber den Descensus der Hoden in Scarpa's Neuen Abhandlungen über die Schenkel- und Muskelfleischbrüche. 1822. S. 365—397. — Oesterreicher, Darstellung der Lehre von der Ortsveränderung der Hoden. Leipzig 1830. 4to. — Jacobson, Ueber die Primordialnieren oder die Oken'schen Körper. Kopenhagen 1830. — J. Müller, Ueber die Wolff'schen Körper der Frösche und Kröten. Meckel's Archiv. 1829. S. 65. — Derselbe, Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf 1830. — Rathke, Ueber die Bildung der Samenleiter, Fallopischen Trompeten und der Gärtner'schen Kanäle, der Gebärmutter und Scheide der Wiederkäuer, in Meckel's Archiv. 1832. S. 379. — Derselbe, Untersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtswerkzeuge der Schlangen, Eidechsen, Schildkröten, Krokodile und Säugethiere. Abhandlungen ꝛc. I S. 21. 1832. — Huschke, De Bursae Fabricii origine. Jenae 1838. — Dieffenbach, Quaestiones anat. phys. de corpor. Wolffian. Turici 1836. — Hannuschke, De genitalium evolutione in embryone femineo observat. Vratisl. 1837. — Coste, Sur les corps du Wolff. Ann. des sc. nat. XIII p. 190.

Während auf solche Weise in den letzten 20—25 Jahren eine Menge der schönsten Arbeiten ein helles Licht über die Entwicklung des Eies, Embryo's und seiner Organe, sowohl des Menschen als vieler Thiere verbreitete, sehen wir mit Valentin's oben schon erwähntem Handbuche der Entwicklungsgeschichte eine neue Richtung embryologischer Forschungen beginnen. Die Entwicklungsgeschichte war bis dahin nur mit der Entstehungsweise der ganzen thierischen Wesen beschäftigt gewesen und nur bis zur Organogenie vorgedrungen. Valentin führte zuerst die Histiogenie oder die Entwicklung der einfacheren Elementartheile des thierischen Körpers in die Entwicklungsgeschichte ein, welche etwa mit Ausnahme der Drüsen bis dahin noch wenig Aufmerksamkeit erregt hatte. Man kann behaupten, daß die Berücksichtigung dieses Momentes, die eigenthümlichste Leistung Valentin's in jenem seinem verdienstvollen Werke enthält. Dennoch so vieles Richtige und Lehrreiche dasselbe in dieser Beziehung darbietet, fehlte der leitende und Alles erleuchtende Faden für diese Untersuchungen. Dieser wurde erst durch Schwann's Arbeiten entschieden gewonnen, weßhalb ich von dem Erscheinen seines Werkes: Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthume der Pflanzen und Thiere. Berlin 1838. diese neue vorzugsweise auf Histiogenie gerichtete Periode der Entwicklungsgeschichte datire.

Schwann hat viele Vorgänger in dem Bestreben und dem Versuche gehabt, die Entstehung und Bildung der Organismen aus Elementartheilen, den kleinsten und einfachsten, welche unseren Sinnen zugänglich sind, abzuleiten. Diese Versuche hatten ihre Basis größtentheils nur in dem Streben des menschlichen Geistes überhaupt nach dem Einfachen und Ursprünglichen, wie in der Monadenlehre eines Epikur und Leibnitz. Andere waren auf falsche oder

falsch interpretirte Beobachtungen gestützt, wie die Ansicht Oken's von der Entwicklung aller Organismen aus Infusorien, oder J. C. Mayer's Lehre von den Urmonaden und Unthieren, entstanden aus der Beobachtung der Blutkörperchen. Andere endlich waren auf wirklich richtige aber zu isolirt und einseitig gebrauchte Thatsachen gestützt, wie die Theorie von Raspail und Dutrochet. Ruhige und besonnene Forscher konnten sich denselben nicht hingeben, und wenn sie gleich die Zahl solcher Thatsachen vermehrten, wie Valentin, so konnten sie dieselben doch noch nicht unter einen Gesichtspunkt vereinigt erkennen, und nach wie vor herrschte ein störendes und verwirrendes Dunkel über die Art und Weise, wie aus dem formlosen flüssigen Stoffe die bestimmten Gewebe und Organe der thierischen und pflanzlichen Körper hervorgehen.

Die Botaniker machten den Anfang zu einer genügendern Einsicht. Sie kannten schon lange das Bläschen oder die Zelle als die einfachste Grundform der meisten pflanzlichen Gebilde. Aber erst nachdem R. Brown in derselben noch einen besondern Körper, den Zellenkern 1831 entdeckt hatte, gelang es dem Scharfsinne und Talente Schleiden's, die Bildung der Pflanzenzelle als einfachstes Element aller Pflanzengewebe durch Beobachtung darzuthun, und die Gebilde der entwickelten Pflanze aus ihr abzuleiten. Dieser Fortschritt der Pflanzenanatomie und Physiologie faßte aber in Schwann tiefe Wurzel und führte ihn zu dem Unternehmen, ein gleiches Element auch für die Thiere aufzusuchen. Dasselbe wurde durch den Erfolg auf das vollständigste gekrönt. Schwann erwies, daß auch bei den Thieren das Bläschen oder eine Zelle das Element thierischer Gewebe ist, und sein Unternehmen unterscheidet sich dadurch wesentlich von dem aller seiner Vorgänger, daß es nicht bloß theoretische Entwicklung eines aus einigen Beobachtungen wahrscheinlichen Gedankens, sondern empirische Nachweisung der Realität desselben in und bei fast allen Geweben des thierischen Körpers war.

Sollte es sich nun auch bei der weitern Entwicklung der einmal gewonnenen Wahrheit erweisen, daß die von Schwann fast allein nachgewiesene und angenommene Entwicklungsweise der thierischen Zelle in völliger Analogie der Pflanzenzelle um einen Kern nicht die allein gültige ist; sollte es sich auch finden, daß die von ihm verfolgten Metamorphosen der Zelle zur Darstellung der entwickelten Gewebe noch mancherlei Berichtigungen erfahren, so halte ich es doch eben sosehr für Pflicht, ihm die Ehre der Entdeckung und deren Darlegung ebenso wenig zu schmälern, als sie sich bereits von der größten Wichtigkeit erwiesen hat, und unzweifelhaft immer mehr erweisen wird. Es ist leicht begreiflich, daß sich ihre nächsten Folgen in der Entwicklungsgeschichte entfalten werden und entfaltet haben, obgleich dieselben keinesweges auf diese beschränkt sind.

Bei embryologischen Forschungen kann und konnte die gewonnene Idee von nun an nie mehr aus den Augen gelassen werden, und sie macht daher eine ebenso entschiedene Epoche, wie die Entdeckung der Blätter des Keimes. Die Arbeiten aber, welche mehr oder weniger in diesem Sinne bis jetzt unternommen worden und erschienen sind, sind folgende:

Zunächst hat schon Schwann selbst in dem genannten Werke nicht nur die Entwicklung fast aller Gebilde des thierischen Körpers aus Zellen durch Untersuchungen bei Embryonen zu ermitteln gesucht, sondern auch dem Eie, wenigstens des Vogels und Säugethieres, aus diesem Gesichtspunkte seine angemessene Stelle zu geben versucht. Allein es war unmöglich, und ist deßhalb auch schwerlich gelungen, bei diesem ersten Angriff der Sache sogleich das ganz

Richtige zu treffen und so sehen wir dann alsbald eine Reihe weiterer Arbeiten erscheinen, und dürfen und müssen fortwährend noch solche hoffen, welche die Entwicklung dieses oder jenes Gewebes aus Zellen genauer zu ermitteln suchen. So lieferte zuerst Valentin eine Uebersicht seiner hierhin gehörigen Beobachtungen bei den meisten Geweben in Wagner's Physiologie S. 132., deren erste Abtheilung überhaupt hierhin zu rechnen ist. Ausführlichere Untersuchungen gab derselbe aber noch über die Entwicklung der Follikel im Eierstocke der Säugethiere in Müller's Archiv. 1838. S. 526. und über die Entwicklung des Muskel-, Blutgefäß- und Nervensystemes. Ebendas. 1840. S. 194. — Ueber die Entwicklung der Epithelien aus Zellen schrieb Henle: Ueber Schleim und Eiter in Hufeland's Journal.

Ueber die Entwicklung der Haare Bidder: Bemerkungen über Entstehung, Bau und Leben der Haare in Müller's Archiv. 1840. S. 538. — Henle, Ueber die Entwicklung des Haares in Frorp. N. Not. Nro. 294. Meyer, Desgleichen ebendaselbst Nro. 334. und Simon, Entwicklungsgeschichte der Haare, Müller's Archiv. 1841. S. 361. — Sehr viele und schätzbare Beiträge zu der Entwicklung fast aller Gebilde des thierischen Körpers aus Zellen enthält ferner vorzüglich: Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841.

Sodann führte Reichert die gewonnene neue Idee schon ausführlich in die ganze Entwicklungsgeschichte ein in seinem Werke: Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. Berlin 1840; woselbst die Entwicklung des Frosch- und Vogel-Embryo's in diesem Sinne bearbeitet wurde. Auch Barry's Untersuchungen über die Bildung und Entwicklung des Säugethiereies in den Philos. Transact. for the year 1838, 39 und 40, obgleich erst zuletzt die Zellentheorie auf ihn einen bewußten, aber leider nicht günstigen Einfluß ausübte, können doch ihrem Materiale nach hierhin theilweise gerechnet werden. Auch in das Kapitel von J. Müller's Physiologie Bd. II. über Zeugung und Entwicklungsgeschichte ging die Zellentheorie über. Es müssen ferner hierhin gerechnet werden: Vogt's, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelfer-Kröte. Solothurn 1842. 4to. — Bagge, Diss. de Evolutione Strong. anosc. et Ascarid. auric. accuminat. Erlangae 1841. — J. C. Mayer, Beiträge zur Anatomie der Entozoen. Bonn 1841. — Bergmann, Die Zerklüftung und Zellenbildung im Froschdotter. Müller's Archiv. 1841. S. 89. und 1842. S. 91. — Reichert, Ueber den Furchungsproceß der Batrachier-Eier. Müller's Archiv 1841. S. 523. — Kölliker, Observationes de prima insectorum Genesi. Diss. Turici 1842. Ferner sind aus diesem Gesichtspunkte auch bearbeitet: Bischoff, Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1842. und Derselbe, Entwicklungsgeschichte des Kaninchencies. Braunschweig 1842. 4to. Endlich erschien auch so eben der 1ste Band von Agassiz Histoire naturelle des poissons d'eau douce, enthaltend die: Embryologie des Salmones par C. Vogt. Neuchatel 1842. 8vo. mit Atlas in Fol.

Als Gegner dieser Richtung, aber leider nicht als fördernder und berichtigender, sondern als absprechender ist so eben aufgetreten Arnold in seiner Physiologie Bd. II Abth. 3. und der sich ihm leider anschließende Baumgärtner: Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Stuttgart 1842.

Die große Zahl der Arbeiten, die wir auf solche Weise in dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte geliefert sehen, der Eifer, mit welchem man sich fortwährend mit ihr beschäftigt, beweisen nun wohl schon hinlänglich, daß man den hohen Werth und die Bedeutung dieses Studiums frühzeitig

erkannt hat. Und in der That ist es nicht schwer denselben zu erkennen, und die Wirkungen dieses Studiums auf unsere Naturerkenntnisse nachzuweisen.

Der letzte Zweck der Entwicklungsgeschichte ist die Erkenntniß, oder wenigstens eine gesicherte Vorstellung von der Entstehungsweise der organischen und im Näheren des thierischen und menschlichen Körpers und der Ursache der unendlich mannichfaltigen von denselben ausgehenden Erscheinungen. Alle die tausend und tausend von Beobachtungen, in welchen wir die Natur in der Hervorbringung und Bildung der Organismen belauschen, sie bezwecken zuletzt nur die Ursache derselben aus ihren Wirkungen kennen zu lernen. Die Erkenntniß dieser Ursache ist aber das letzte Ziel alles menschlichen Strebens. Die Vorstellung, welche wir uns von ihr machen, entscheidet über die Vorstellung von Seele und Körper, von Kraft und Materie, von Gott und der Welt, und also über alle uns irgendwie interessirenden Fragen.

Deßhalb sehen wir denn auch, daß sich mit der Frage nach der Entstehungsweise der Organismen nicht nur die Naturforscher von Fach, sondern die Forscher in fast allen Gebieten menschlichen Wissens beschäftigt haben. Die große Zahl von Zeugungstheorien, von Naturforschern und Aerzten, Philosophen, Theologen und Dichtern aufgestellt, sind Zeugniß davon. Man könnte sagen: jeder fast denkbare Weg zur Lösung der Frage ist von ihnen eingeschlagen worden, aber nicht nur die Fruchtlosigkeit ihrer Versuche, sondern die Natur der Frage sind ein Beweis, daß das Studium der Entwicklungsgeschichte der unmittelbarste Weg dazu ist. Alle Zeugungstheorien sind von ihr widerlegt worden, und es ist der Natur unserer Forschungsmittel nach klar, daß nur die Erkenntniß der unmittelbarsten Wirkungen jener Ursache uns über ihr Wesen Aufklärung schaffen kann.

Damit ist keineswegs gesagt, daß uns die Entwicklungsgeschichte bereits unmittelbar die Lösung der Frage eröffnet. Im Gegentheil die von keiner Speculation geahnete, sich den Erfahrungen täglich mehr eröffnende, unerwartete Mannichfaltigkeit der Entstehungsweisen organischer Wesen, welche erst alle ganz genau gekannt sein müssen, ehe sich das Gemeinsame in ihnen wird ableiten lassen, hat die Aussicht auf eine Lösung noch außerordentlich weit hinausgerückt. Allein es ist schon sehr viel gewonnen, wenn nur immer das Irrige, Mißleitende ausgeschlossen wird, und die Fragen schärfer gestellt werden können, als erste Hoffnung ihrer einstigen Lösung. So hat die erfahrungsmäßige Entwicklungsgeschichte schon einmal über die Theorie der Evolution triumphirt, welche eigentlich nur Negation jeder Zeugung, jede Forschung abschneiden mußte, und auf's Neue sehen wir sie durch die Erkenntniß der Entstehung der Organismen aus Zellen, und die Vermehrungsweise derselben, auch über die sublimste Ausdehnung dieser Evolutionstheorie triumphiren.

Wir dürfen nach dem jetzigen Standpunkte unsers Wissens nicht mehr zweifeln; die Bildung der neuen Keime geht von den bereits vorhandenen Organismen aus, nur stehen sich dabei noch zwei Ansichten gegenüber, zwischen denen es für jetzt unmöglich, mindestens sehr schwer sein möchte, sich zu entscheiden.

Nach der einen nehmen wir an, daß den Organismen eine eigenthümliche, von den übrigen Kräften der Natur ihrem Wesen nach ganz verschiedene Kraft zu Grunde liegt, denen sie ihre Entstehung, ihre Gestaltung und Erhaltung verdanken. Sie combinirt und beherrscht die Materie nach ihren eigenen, von dieser selbst unabhängigen Gesetzen, und ist im Stande, bei der

Zeugung sich zu theilen und in's Unendliche zu vervielfältigen, ohne dabei an ihren wesentlichen Eigenschaften und ihrer Intensität zu verlieren. —

Nach der andern nimmt man an, daß die Kraft, welche sich in einem jeden Organismus offenbart, das Product der Combination seiner Materien ist, daß sie also mit der Materie gegeben ist, und daher ihrem Wesen nach mit den übrigen Kräften der Natur übereinstimmt. Ihr kommt nur die Fähigkeit zu, die Materie wieder so zu combiniren, daß sich aus ihr dieselben Kräfte wieder entfalten, welche sich auch an dem Stammorganismus offenbarten; und dieses geschieht bei der Zeugung wie bei der Ernährung.

Von der ersten Ansicht kann man wohl behaupten, daß sie die fast allgemein verbreitete ist. Sie liegt fast allen unseren Beobachtungen und Reflexionen bewußt oder unbewußt zu Grunde und darin möchte vorzüglich die Unmöglichkeit liegen, sich von ihr frei zu machen. Sie ist begründet in der Zweckmäßigkeit der Combination der einzelnen Theile der Organismen zum Bestehen des Ganzen und zur Erreichung gewisser Zwecke, so wie andererseits in der Unabhängigkeit des Ganzen in seinen wesentlichen Eigenschaften von wenigstens einzelnen seiner Theile, was unmöglich scheint, wenn dasselbe eben nur das Product der Combination dieser Theile ist. Sie hat ihre Schwierigkeit in der gänzlichen Verschiedenheit, in welcher nach ihr die organische Natur von den unorganischen erscheint, nach welcher für beide unmöglich dieselben Principien der Forschung gelten könnten, während wir doch andererseits tausendfach sehen, daß dieselben Gesetze, welche in der unorganischen Natur herrschen, auch bei der organischen ihre volle Anwendung finden. Auch kommt noch speciell für die Zeugung hinzu, daß es unmöglich scheint, sich eine selbst individuell beschränkte Kraft zu denken, die sich theilen und selbst bis in's Unendliche vervielfältigen könnte, ohne irgend an Intensität oder Extensität zu verlieren.

Von der zweiten Ansicht, nach welcher die Betrachtung und Erforschungsweise der organischen Natur ganz mit der der unorganischen übereinstimmend sein würde, nimmt man gewöhnlich an, daß sie zwar wohl für die niederen organischen Wesen, Pflanzen und Thiere geltend sein könne. Bei den höheren aber scheint es so unmöglich, das Ganze nur als das Product seiner Molecüle zu betrachten, vielmehr erscheinen diese so sehr von dem der Idee des Ganzen vorschwebenden Zwecke abhängig, daß man auf sie jene zweite Ansicht für unanwendbar hält. In der That fehlen auch noch so viele Mittelglieder, wir sind noch so weit von einer Kenntniß der Kräfte und deren Gesetze der organischen Molecüle entfernt, daß der Versuch einer Anwendung dieser zweiten Ansicht zur Erklärung der von den höheren Organismen ausgehenden Erscheinungen unmöglich ist. Diese Erscheinungen sind an und für sich noch so unbekannt und so zahlreich, daß sie für sich auch nur noch an und für sich studirt werden müssen, während ihre endliche Erklärung und der Aufschluß über ihren Zusammenhang wohl nur aus dieser zweiten Ansicht zu erwarten ist, da die erstere auf eine solche Erklärung und einen solchen Aufschluß von vorne herein verzichtet.

Es würde hier nicht der Ort sein, auf diese Fragen weiter einzugehen. Ich habe nur zeigen wollen, in wie engem Zusammenhange sie mit der Entwicklungsgeschichte stehen, und eine wie wichtige Rolle diese daher unter den verschiedenen Zweigen menschlicher Erkenntniß spielt.

Sehr wesentlich ist ferner der Einfluß der Entwicklungsgeschichte auf die Anatomie und Physiologie, als Lehre von dem Baue, besonders dem feineren, und den Lebensäußerungen des thierischen und des menschli-

chen Körpers. So ist es z. B. schon seit alten Zeiten vorzüglich die Bildungsweise der Knochen, der Zähne, des Herzens ꝛc. gewesen, welche man mit dem wesentlichsten Erfolge für die Erkennung der Structur und Textur derselben studirt hat. Die Erkenntniß der Bildungsweise der Drüsen, müssen wir als einen der wichtigsten und wesentlichsten Beiträge zu der Erkenntniß ihres Baues betrachten. Das in seiner entscheidenden Wichtigkeit wohl verstandene Streben unserer Zeit, den feinsten Bau der Elementartheile der organischen Körper kennen zu lernen, entfaltet mit Recht den größten Theil seiner Thätigkeit bei dem Embryo, um aus dem Werdenden das Gewordene zu erkennen. Die so für den Bau der organischen Körper gewonnenen Erkenntnisse müssen schon an und für sich für die Erklärung der von ihnen und von ihren Organen vollzogenen Erscheinungen von größtem Einflusse sein. Niemand wird in Abrede stellen können, mit welchem großen und glücklichen Erfolge für die philosophische und physiologische Einsicht des ganzen Baues des thierischen Körpers, z. B v. Bär die Entwicklungsweise desselben benutzt und uns den genetischen, also auch gewiß physiologisch wichtigen Zusammenhang gewisser Organe und organischen Systeme aus ihrer Entwicklung dargelegt hat. Die unstreitig wichtigste Entdeckung unserer Zeit, die Erkenntniß der Art und Weise der einfachsten Gestaltung und Festwerdung der organischen Materie in der Form eines Bläschens oder einer Zelle, verdanken wir der Entwicklungsgeschichte und von ihr haben wir die fernere Ausbildung dieser Entdeckung zu erwarten. Endlich hat man von je die eigenthümlichen Lebensverhältnisse der Embryonen, besonders der Säugethiere, ihr Entzogensein von gewissen Einflüssen und Agentien, denen das geborene Thier fortwährend ausgesetzt ist und ausgesetzt sein muß, benutzt, um eben die Wichtigkeit und den Einfluß dieser Agentien auf den thierischen Körper zu studiren. Eine neue Aufnahme dieser Beziehung des Embryonallebens zu dem des Erwachsenen, nach den bereits gewonnenen und noch täglich fortschreitenden Erkenntnissen der Natur und Wirkungsweise jener Agentien im Allgemeinen, wird unzweifelhaft auch noch weitere Aufschlüsse über ihre Beziehung zu dem Geborenen herbeiführen.

Nächst diesem können wir ferner die wichtige und nahe Beziehung der Entwicklungsgeschichte zur vergleichenden Anatomie und Zoologie nicht übersehen. Es war, wie ich bereits oben erwähnte, in der zweiten Hälfte der von mir angenommenen zweiten, und fortschreitend auch in der dritten Periode eine richtig erkannte und verfolgte Idee, daß der Embryo der höheren Thiere Bildungsformen durchlaufe, welche auf niedrigeren Stufen das geborene Thier bleibend zeigt. Zwar wurde diese Idee eine Zeitlang, und irrthümlich wohl zuweilen auch noch jetzt, fälschlich so aufgefaßt, als sei der Embryo höherer Thiere auf gewissen Stufen seiner Entwicklung wirklich einem niedrigeren Thiere gleich zu setzen. Indessen ergaben die weiteren Forschungen selbst bald, daß diese Ansicht einseitig und unwahr sei, dagegen führten sie zu der Erkenntniß, daß der Körperbildung, wenigstens der Wirbelthiere, ein sogenannt gemeinsamer Plan zu Grunde liege, d. h. daß bei den verschiedenen Wirbelthierformen eine gewisse Summe von Theilen und Organen immer vorkommt und sich immer findet, welche zwar in ihren entwickelten Formen sehr verschieden sein können, in ihren ersten Anfängen aber eine sehr große Uebereinstimmung darbieten, so daß daher die Organe der verschiedenen entwickelten Thiere, zwar wohl verschiedene Entwicklungsstufen der allgemeinen Idee dieser Organe bezeichnen, ohne daß daraus folgt, daß die Embryonen aller höheren Thiere, alle niedrigeren

Formen der Entwicklnng dieser Idee durchlaufen müssen. Daß sich aber aus dieser Erkenntniß eine bedeutende Förderung der vergleichenden Anatomie ergeben mußte, ist leicht zu erkennen, und hat die Erfahrung hinreichend erwiesen; so wie andererseits allerdings die vergleichende Anatomie eine wesentliche Stütze für die Entwicklungsgeschichte wurde. Die Zoologie aber wird immer mehr inne, daß die vergleichende Anatomie ihre Hauptbasis sei und daß es gerade die aus der Entwicklungsgeschichte hervorgegangenen und auf die vergleichende Anatomie übertragenen Ideen sind, welche bei der Stellung eines Thieres in dem Systeme zur Frage kommen, und entscheidend sind. Auch zeigt es sich immer mehr, wie nothwendig es ist, die verschiedenen Entwicklungsstufen desselben Thieres zu kennen, um dieselben nicht für verschiedene Thiere zu halten. Bei den Insecten ist dieses eine alte Erfahrung, allein wir lernen täglich, daß sie auch bei anderen wirbellosen Thieren eine weit größere Ausdehnung hat, als man vermuthen sollte, und es mag genügen, hier an die Cirrhipeden und vor allen die Entozoen zu erinnern, von welchen letzteren mir noch gar nicht abzusehen scheint, wie sehr sich die ganze Lehre von ihnen verändern wird, wenn man, wie jetzt geschieht, ihre Entwicklungsformen und Metamorphosen zu verfolgen fortfährt.

Aber selbst für die praktische Medicin hat sich die Entwicklungsgeschichte schon unmittelbar als erfolgreich erwiesen, rücksichtlich der Heilung und Beseitigung angeborener Bildungsfehler. Je mehr die Chirurgie auf wissenschaftlicher Basis das Gebiet ihrer Thätigkeit in unseren Tagen auszubreiten sucht, um so mehr wird sie auch die Entwicklungsgeschichte benutzen, um über die Natur und Entstehungsweise der angeborenen Bildungsfehler Aufschluß zu erhalten, um so mehr und um so sicherere Indicationen wird sie zur Entscheidung über die Heilbarkeit und die Anwendung des Heilverfahrens durch operative Eingriffe gewinnen können. Einen der erfreulichsten Beweise, wie weit sich dieser Einfluß zu erstrecken vermöge, und für wie wichtig man denselben bereits erachtet, giebt das ausgezeichnete Werk von v. Ammon: Die angeborenen chirurgischen Krankheiten des Menschen, in Abbildungen dargestellt und durch erläuternden Text erklärt. Berlin 1840—42. Fol.

Diese Richtung des Einflusses der Entwicklungsgeschichte führt mich nun aber zur nähern Besprechung des zweiten Theiles dieses Artikels, nämlich zu den

Mißbildungen.

Es ist schwer, eine richtige, nicht zu enge und nicht zu weite Definition einer Mißbildung zu geben. Benutzen wir indessen die lateinische Bezeichnung: »Vitium primae conformationis«, so können wir daraus folgende Umschreibung entnehmen, welche den aufzustellenden Anforderungen am meisten Genüge leistet.

Eine Mißbildung ist dann diejenige Formabweichung eines Organismus oder eines Organes, die mit der ersten Entstehung und Entwicklungsweise desselben so genau verwebt ist, daß sie sich nur in der frühsten Periode des Embryolebens, oder wenigstens vor Ablauf seiner vollendeten Entwicklung ereignen kann. (Meckel, Path. Anat. I S. 6.)

Auch hierbei kommt es freilich noch sehr auf den Grad der Formabweichung an. Da es kein wirkliches Ideal eines Organismus oder Organes giebt, so werden unbedeutendere Formabweichungen, die weder sehr auffal-

len, noch Functionsstörungen veranlassen, kaum Mißbildungen genannt werden können. Auch wenn sie auffallender sind, hat man noch mehre Unterschiede gemacht, und Mißbildung und Bildungsfehler, Varietät, Naturspiel (Lusus naturae) den geringsten Grad der Abweichung; Verunstaltung, Deformitates, Turpitudines, einen höhern, und Mißgeburt, Monstrum, Monstrositas den höchsten genannt; ohne daß sich hier genaue Grenzen ziehen ließen.

Von allen diesen Worten scheint mir das »Mißbildung« für den allgemeinen Gebrauch am zweckmäßigsten, weil es alle Arten und Grade angeborener Formabzeichnung umfaßt, der Sprachgebrauch es auch schon größtentheils für die angeberenen festgesetzt hat, welcher dagegen dem Worte Mißgeburt oder Monstrosität schon eine Nebenbedeutung eines höhern Grades von Abweichung ertheilt hat.

Rücksichtlich des Wortes Monstrum ist zu erwähnen, daß dasselbe alten Ursprunges ist, und nach Cicero's De divinatione. Lib. I. eigener Ableitung von monstrare herstammt: „Monstra, ostenta, portenta prodigia appellantur, quoniam monstrant, ostendunt, portendunt et praedicunt. Auch Isidorus von Sevilla sagt in seinem Werke De Etymologiis. Lib. II.: „Quae aliquid futurum monstrando homines monent". In der That sehen wir auch den traurigen Glauben, daß die Mißbildungen eine üble Vorbedeutung hätten, früher so allgemein und tief verbreitet, daß selbst Luther sich nicht davon frei machen konnte. Denn er sagt im 19ten Bande seiner in Halle erschienenen Schriften S. 2416. bei Gelegenheit einer Kalbsmißgeburt: »Es ist gewiß, daß Gott durch solche Wunderthaten ein großes Unglück und eine bevorstehende Veränderung, welche auch Deutschland sicherlich erwarten kann, andeutet; ich wünsche und hoffe nur, daß es der jüngste Tag sein möge.« Später, als dieser Aberglaube verschwand, hat man das Wort mehr in passivem Sinne aufgefaßt: Monstra, quia monstrata sunt, weil sie bemerkenswerth sind, und verdienen, daß man auf sie, wie auf alles Seltene und Ungewöhnliche, aufmerksam macht. (Geoff. St. Hilaire, Histoire des anomalies I. p. 40.)

Es ist wohl nicht sehr zu verwundern, daß die Mißbildungen, vorzüglich des Menschen und der Haussäugethiere, die Aufmerksamkeit auf sich zogen. Die durch sie öfters hervorgebrachten Formen sind in der That oft so auffallend und wirklich abschreckend, daß wir uns nicht wundern dürfen, wie sie von je Gegenstände der Neugierde und des Schreckens gewesen sind. Zu ihnen gesellte sich bald die Sucht nach dem Wunderbaren, der Aberglaube, und die durch solche Seelenzustände aufgeregte Phantasie. Durch das ganze Alterthum und Mittelalter hindurchgehend, finden wir daher nicht nur die abenteuerlichsten Ansichten über die Ursachen, das Zustandekommen und in der Erklärung dieser Mißbildungen, sondern mit dem Wirklichen noch nicht zufrieden, sehen wir dieses mit den fabelhaftesten Erdichtungen durch einander gemengt. Ganze Arten organischer Wesen wurden auf diese Weise geschaffen, und die Sagen von Centauren, Satyren, Sirenen ꝛc. verdanken gewiß zum Theil den phantastischen Uebertreibungen mißgebildeter Menschengestalten ihren Ursprung. Später gab es Meermönche, Meerteufel, Meerbischöfe, Menschen gebaren Thiere, und Thiere menschenähnliche Bildungen; so daß man in der That bis zum 18ten Jahrhundert in dem von Mißbildungen Ueberlieferten vergeblich Momente zu einer wissenschaftlichen Beurtheilung derselben, und selbst nur einfache Beschreibungen solcher sucht. Im 18ten Jahrhundert hatte die Anatomie und auch die Embryologie in der That schon Fortschritte genug gemacht, daß wenigstens richtigere und unent-

stelltere Angaben und Beschreibungen von Mißbildungen gegeben werden konnten, wenn gleich in der größern erstern Hälfte jenes Jahrhunderts immer nur noch das Auffallende, Unbegreifliche und Unbegriffene, nicht aber irgend ein wissenschaftliches Moment, die Triebfeder zu solchen anatomischen Untersuchungen und Beschreibungen abgab, und es daher bei diesen noch selten und mehr Zufall ist, wenn und daß sie als Stützen irgend welcher wissenschaftlicher Deductionen benutzt werden können.

In den letzten Jahrzehenden des vorigen Jahrhunderts nahm indessen die Untersuchung der Mißbildungen einen andern Charakter an, obgleich es nicht zu verwundern ist, daß sich auch in ihr noch fortwährend der Zustand physiologischen und philosophischen Wissens des Zeitalters spiegelt. Zu dieser bessern Richtung gab aber vorzüglich zweierlei Veranlassung. Erstens nämlich Haller's Abhandlung De Monstris in seinen Opp. minorib. T. III p. 3. insofern die hier zum erstenmale erfolgende Zusammenstellung aller bisherigen zerstreuten und vereinzelten Beobachtungen auch zum erstenmale deutlicher das Bewußtsein und die Erkenntniß erweckte, daß auch in diesen abweichenden Gestaltungen thierischer und des menschlichen Körpers ein Zusammenhang, eine Wiederkehr, ein Gesetz, und keine regellose Willkür und Zufall herrsche. Zweitens hatte aber auch die Entwicklungsgeschichte und der durch C. F. Wolff und Blumenbach errungene Sieg der Epigenese über die Evolution solche Fortschritte gemacht, daß jetzt zum erstenmale sich eben aus der Entwicklungsgeschichte ein Licht zur Erklärung der Mißbildungen entwickelte, vor welchem allmälig die Finsterniß, welche sie bisher befangen hielt, weichen mußte. Seit C. F. Wolff zuerst den Gedanken aussprach, daß solche Mißbildungen Formen der embryonalen Entwicklung darstellen können, seit dann in unserm Jahrhundert Tiedemann und vor Allen J. F. Meckel diesen Gedanken mit dem größten Erfolge zur Erklärung der verschiedensten Formen der Mißbildungen anwendeten, ist in die Bearbeitung dieser Lehre ein ganz anderer Geist gekommen. So viele Schwierigkeiten sich auch noch fortwährend für sie fanden und noch finden, so ist diese Lehre doch nun in die Reihe aller übrigen naturwissenschaftliche Disciplien getreten. Sie gewinnt durch die Anwendung aller übrigen auf sie, und übt selbst wieder den wohlthätigsten und förderndsten Einfluß aus, und vor Allem ist ihre Verbindung mit der Entwicklungsgeschichte selbst eine der innigsten und unauflöslichsten geworden. Doch werde ich später noch bessere Gelegenheit haben, den Einfluß des Studiums der Mißbildungen auf die Entwicklungsgeschichte, Physiologie, Psychologie und Pathologie noch genauer zu beleuchten, nachdem wir sie selbst erst noch von mannichfaltigeren Seiten kennen gelernt haben.

Zu diesem Zwecke will ich nun zuerst zur Untersuchung der Ursachen und Veranlassungen zu Mißbildungen übergehen; hierauf die Versuche einer Classification und Eintheilung derselben behandeln, und nach der am zweckmäßigsten erscheinenden eine Uebersicht der Hauptformen der Mißbildungen und ihrer wahrscheinlichsten Entstehungsweise geben. Endlich will ich zum Schlusse auf den Einfluß des Studiums der Mißbildungen im Allgemeinen und auf andere Disciplien aufmerksam machen. —

Die Untersuchung der Ursachen, welchen wir die Entstehung der Mißbildungen zuzuschreiben haben, ist eine Frage, welche mit Recht die Layen und Gelehrten seit den Zeiten beschäftigt hat, seit man Mißbildungen kennt. Mit dem Ausspruche, daß sie Ausnahmen, Naturspiele seien, wenn er gleich auch jetzt noch in einzelnen Fällen unsere letzte Zuflucht

ist, haben sich natürlich alle Diejenigen, welche wissen, daß die Natur nicht nach Launen und Einfällen verfährt, nicht beruhigen können. Auch die abergläubische Meinung, daß sie Manifestationen der erzürnten Gottheit, Wirkungen der Dämonen seien, zur Strafe und Warnung der Menschen, welcher diese unglücklichen Geschöpfe bei Griechen und Römern und bis in die neuere Zeit, wenn sie auch lebensfähig waren, zum Opfer fielen, hat zum Glück der religiösen und wissenschaftlichen Aufklärung weichen müssen, so wie sie ebenfalls gar keinen Aufschluß über ihr zu Stande Kommen gab.

Die Ansichten, welche man außerdem über die Genesis der Mißbildungen aufgestellt hat, können wir in zwei größere Classen bringen.

Nach der einen nahm man an, daß die Ursache der Mißbildung in einer ursprünglichen Mißbildung der Keime liege.

Nach der andern glaubte man, daß sie durch irgend welche, den Keim während seiner Entwicklung treffende Einflüsse bewerkstelligt würden.

Es ist leicht ersichtlich, daß sich die erste Hypothese ganz nach der Vorstellung richten mußte und noch richtet, welche man von dem Ursprung der Keime überhaupt hegt. Im Ganzen waren es vorzüglich die Anhänger der Evolutionstheorie, welche nach ihr und aus ihr auch die Mißbildungen zu erklären suchten, und dieselben andererseits auch wiederum für eine nicht geringe Stütze eben dieser Theorie hielten. Die Oviſten und Anhänger der Einschachtelungs-Theorie glaubten demnach, daß diese Mißbildungen schon von Uranfang an in den weiblichen Eiern vorgebildet und eingeschlossen seien; oder wenn sie auch nicht die uranfängliche Bildung annahmen, so glaubten sie doch, daß eben bei der Bildung der Eier im Eierstocke und der in ihnen eingeschlossenen Embryonen die fehlerhafte Bildung begründet werde. Die Spermatiker dagegen, welche in den sogenannten Samenthierchen die Embryonen sahen, suchten in deren Bildung oder Schicksalen bei der Befruchtung die Ursache der Mißbildungen. So glaubte z. B. Andry, daß bei dem Gedränge und Eifer dieser kleinen Embryonen, an den Ort ihrer Entwicklung, in das Ei, zu gelangen, es leicht geschehen könne, daß dieses zarte Gebilde Schaden nehme, die Glieder verrenke oder breche ꝛc. und so die Mißbildungen entständen.

Es ist nun zwar nicht mehr nöthig, diese Form der Evolutionstheorie irgend wie zu bekämpfen, und gerade in der erwiesenen Unrichtigkeit ihrer Anwendung auf die Erklärung der Mehrzahl der Mißbildungen, die offenbar und gewiß erst während der Entwicklung des Keimes begründet werden, hat man eine starke Waffe gegen sie selbst gefunden. In einer andern Form indessen ließen sich noch immer bis jetzt wenigstens negative Gründe für eine Mißbildung der Keime auffinden, nämlich in der, daß zwar weder das Ei den Embryo eingeschlossen enthält, noch das Samenthierchen der Embryo ist, dennoch aber schon in der Beschaffenheit des Eies und des Samens der Grund für die Mißbildung liegt. Hierfür konnte man nämlich mit gutem Grunde vorzüglich die öftere Wiederholung derselben Mißbildung bei denselben Eltern und die Erblichkeit derselben anführen. Wenn eine Frau mit demselben Manne oder gar mit verschiedenen Männern, oder derselbe Mann mit verschiedenen Frauen dieselbe Mißbildung erzeugt; wenn eine solche durch mehre Generationen entweder bei allen, oder ganz bestimmten Gliedern einer und derselben Familie hindurchgeht, so ist es doch im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß hierbei immer derselbe zufällige Umstand bei der Entwicklung des Embryo's soll eingewirkt haben; und

wenn dieses etwa noch bei der Mutter durch eine besondere und bleibende Configuration der Genitalien dankbar wäre, bei der offenbaren Ursache der Mißbildung auf Seiten des Vaters gar nicht denkbar, dagegen mehr als wahrscheinlich, daß in der Bildung des Eies und des Samens die Ursache zu suchen ist. Hierzu haben wir in diesem Falle, wie mir scheint nicht nur negative Gründe, weil wir nämlich keine anderen kennen, sondern die positive Wahrscheinlichkeit spricht dafür.

Es giebt aber auch manche Arten von Mißbildungen, welche mehr nur auf negative Weise dasselbe darthun, vorzüglich nämlich der Situs inversus und mehre Doppelbildungen, wo, wie wir noch weiter sehen werden, weder eine Verschmelzung zweier Keime, noch eine Spaltung eines einfachen während der Entwicklung mit irgend einer Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist; weit mehr dagegen eine primitiv abweichende Gestalt oder Gestaltung der Zeugungsmaterien annehmbar erscheint.

Zur weitern Begründung dieser Ansicht muß das forschreitende Studium der Zeugungsmaterien weitere Thatsachen an die Hand geben, und hat sie, wie ich glaube, gegeben. Ich glaube zwar nicht, daß man hierhin die Erfahrung eines doppelten Dotters in einem Eie, ein sogenanntes Ovum in ovo, rechnen kann. Denn so viel ich weiß, hat man eine solche Beobachtung bis jetzt nur bei Vögeln gemacht, und nur an gelegten Eiern. Diese sind aber schon in ihrer Entwicklung begriffen und nicht im primären Zustande. Diese Fälle sind offenbar meist so zu erklären, daß sich zwei Dotter vom Eierstocke losgelöst haben, die während ihres Durchganges durch den Eileiter von einem Eiweiß, oder wenigstens von einer Schalenhaut und Schale umgeben wurden. Von zwei Dottern in einer Dotterhaut aber z. B. im Eierstocke, ist mir bis jetzt keine einzige Erfahrung bekannt geworden. Eine aus einem solchen doppelten Dotter in einem Eie etwa hervorgehende Doppelbildung könnte daher auch nicht für eine, in der ursprünglichen Bildung des Keimes begründete, erachtet werden.

Ich glaube aber, daß ich zuerst so glücklich gewesen bin, bei Säugethieren und selbst beim Menschen solche primitive Abweichungen in der Bildung des Eies aufzufinden, von welchen hier die Rede sein könnte. In der Versammlung der Naturforscher in Mainz 1842 habe ich mehre Beobachtungen mißgebildeter Eierstockeier, und anderer diesen sehr ähnlicher befruchteter aus dem Eileiter, und aus der ersten Zeit im Uterus vom Hunde mitgetheilt, welche ich auch noch anderweitig genauer beschreiben und bildlich darstellen werde. In meiner Entwicklungsgeschichte des Kanincheneies, Braunschweig 1842, habe ich ebenfalls bereits ungewöhnliche Formen des Dotters des Schweines Fig. 8 und 9; und in Fig. 6 ein menschliches Eierstockei abgebildet, in welchem sich neben dem Hauptdotter noch fünf kleinere Nebendottermassen in einer Zona eingeschlossen fanden.

Ich will auf diese Beobachtungen in Betreff der Erklärung der Mißbildungen noch kein großes Gewicht legen. Allein sie sind ein Anfang zum factischen Belege mißgebildeter unbefruchteter primitiver Eier, für den sich theoretisch auch die größte Wahrscheinlichkeit findet. Chaussier und Adelon [1]) sagten: das Ei ist ein lebender Theil des lebenden Körpers, warum sollte es nicht ebenso gut erkranken können, wie jeder andere Theil? Es ist ein selbstgebildeter Theil, warum sollte in der Ursache, welche es gebildet hat, nicht ebenso gut eine Modification stattfinden können, wie in jeder andern Secretion?

Was aber für das Ei gilt, das gilt auch für den Samen, und muß für ihn gelten, da er offenbar auch die Ursache gewisser Eigenschaften, so

[1]) Dictionnaire des sc. med. Art. Monstruosité p. 248

wie Mißbildungen des Fötus ist. Zwar sind wir hier noch weiter vom Ziel, da wir nur auf eine noch unbekannte chemische, oder noch unbekanntere sogenannt dynamische Qualität des Samens uns beziehen müssen. Denn ich halte es nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse für unmöglich, die sogenannten Samenthiere (besser nach Duvernoy: Spermatozoiden) für den Embryo oder auch nur das Befruchtende des Samens zu halten [1]), so daß also auch etwa aufzufindende Mißbildungen von Samenfaden, wie sie nach R. Wagner's Entdeckung von solchen bei Bastarden möglich wären, hier keinen weitern Aufschluß geben würden.

Ich glaube demnach, daß zwar nicht nach Annahme der Evolutionstheorie eine primitive Mißbildung des Embryo, wohl aber eine primitive Anomalie der Zeugungsmaterien, des Samens und des Eies, Ursachen gewisser Formen von Mißbildungen sind und sein können.

Nach der zweiten der oben erwähnten Theorien über die Mißbildungen nimmt man an, daß zwar deren Keime, oder auch die beiderseitigen Zeugungsmaterien normal seien, der Keim aber während seiner Entwicklung Einflüsse erfahren habe, denen seine Mißbildung zuzuschreiben sei. Diese Theorie zerfällt je nach den die Störung veranlassenden Ursachen wieder in mehre andere.

Eine der ältesten derselben ist die, welche die Ursache der Mißbildungen dem sogenannten Versehen, oder dem Einflusse von Gemüthsbewegungen und phantastischen Aufregungen der Mutter zuschreibt. Man glaubt danach, daß der sich bildende Fötus Gestalten und Bildungen annehmen könne, welche den Objecten der Gemüthserregung der Mutter gleich oder ähnlich seien. Alle Schriften fast, welche der Mißbildungen Erwähnung thun, sind voll von Angaben dieser Art, und dieselben werden oft durch die zuverlässigsten Zeugnisse verbürgt. Schon Hippocrates vertheidigte eine Prinzessin, welche in den Verdacht des Ehebruches gekommen war, weil sie ein schwarzes Kind gebar, dadurch, daß zu den Füßen ihres Bettes das Bild eines Negers gehangen habe; und Jacob gelang es bekanntlich auf diese Weise seine eigennützigen Zwecke bei der Theilung der Schaafe mit seinem Schwiegervater Laban zu erreichen. Später scheint es, daß vorzüglich der unglückliche und verderbliche Wahn, die Mißbildungen seien Wirkungen des göttlichen Zornes oder dämonischer und sodomitischer Abstammung, den Glauben an das Versehen vorzüglich bestärkt hat. Die unglücklichen Mütter solcher Mißbildungen waren natürlich gerne bereit, den auf sie fallenden schrecklichen Verdacht, und die ihm so oft folgenden grausamen Strafen dadurch von sich abzuwenden, daß sie die Annahme des Versehens so sehr als möglich unterstützten. So wurde sie denn die allgemein verbreitetste und der Phantasie wurde es nicht schwer, für die Formen der Mißbildungen äußere Objecte als Ursachen aufzufinden.

Erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts und in dem unsrigen fing man an, die Frage wissenschaftlich zu untersuchen, die in ihr liegenden verschiedenen Elemente von einander zu trennen, und wurde dadurch dahin geführt, daß wir vor 10—15 Jahren fast keinen Schriftsteller, der über Mißbildungen geschrieben hat, mehr an das Versehen in dem Sinne des Wortes glauben finden, daß der Fötus durch phantastische Aufregung der Mutter Bildungen annehmen könne, die den Objecten jener Gemüthserregung ähnlich und gleich seien. Indessen blieb doch noch immer eine gewisse Zahl von Anhängern dieser Lehre, gestützt, wie sie glaubten, auf unverwerf-

[1]) Siehe meine Entwicklungsgeschichte des Kanincheneies S. 29.

liche Thatsachen, übrig, und es ist nicht zu leugnen, daß sich die Zahl derselben in der letzten Zeit eher vermehrt als vermindert hat. Wir können uns daher einer nähern Prüfung dieses Punktes nicht überheben, da er nicht als eine abgemachte Sache betrachtet werden kann.

Meckel hat mit Recht zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß in der Frage nach dem Versehen, wie sie gewöhnlich aufgestellt wird, meistens zwei wesentlich verschiedene eingeschlossen sind; nämlich erstens die: Können Affecte der Mutter auf die Entwicklung des neuen Organismus einen Einfluß haben? und zweitens die: Können Affecte der Mutter, die durch einen bestimmten Gegenstand veranlaßt werden, die Bildung des neuen Organismus dergestalt verändern, daß derselbe jenem Gegenstande gleich oder ähnlich wird?

Wenn nun gleich die Erfahrung oft zeigt, daß sich der Fötus sehr selbstständig, sowohl von den körperlichen als psychischen Zuständen der Mutter entwickeln kann, und demnach durchaus keine nothwendige Beziehung zwischen beiden sich vorfindet; so haben doch anderer Seits tausende von Fällen die Abhängigkeit der Entwicklung der Frucht von den körperlichen und psychischen Zuständen der Mutter so entschieden nachgewiesen, daß die erste Frage nur ganz unbedingt bejahend beantwortet werden kann. Wir wissen nur zu gut, welchen bedeutenden Einfluß die psychischen Zustände der Mutter auf den Fötus ausüben können, als daß wir nicht willig zugeben würden, daß dieselben auch auf die Art seiner Entwicklung einwirken könnten. Es ist daher in vielen Fällen gewiß wirklich wahr gewesen, und ereignet sich noch, daß ein heftiger Schrecken oder Gemüthsbewegung der Mutter eine Mißbildung veranlaßt haben, ohne daß indessen die Form derselben dem Gegenstande jenes Schreckens entspräche. Wir sehen aber, wie sich hieraus unter Beihülfe der Phantasie, die Aehnlichkeiten schafft, wo keine sind, viele Angaben erklären lassen. Allein auch noch für diese Aehnlichkeit sind wir im Stande, nähere Erklärungen und Aufschlüsse zu geben.

Wir werden weiter unten noch sehen, wie eine sehr große Anzahl von Mißbildungen darin ihre Erklärung finden, daß die Entwicklung eines oder mehrer Organe auf einer gewissen Stufe aufgehalten, gestört wurde, und sich daraus abweichende Formen entwickelten, die entweder jener, auf welcher das Organ bei der eingetretenen Störung stand, ähnlich sind, oder doch wenigstens aus denselben erklärt werden können. Ja, wir werden sehen, wie und aus welchem Grunde diese Formen sogar gewisse thierähnliche Bildungen zeigen können; und so ist es denn erklärlich, wie Furcht und Schrecken, deprimirende, schwächende Einflüsse, Störungen und Hemmungen in der Ausbildung der Frucht hervorbringen können, welche zufällig und einzelne male selbst eine gewisse Aehnlichkeit mit den Objecten des Affectes haben können.

Es muß zweitens, ehe wir zur eigentlichen Beantwortung der Frage übergehen, bemerkt werden, daß in den meisten Fällen die herausgefundene Aehnlichkeit der Mißbildung mit den angegebenen Gegenständen des Versehens eine sehr gezwungene und phantastische ist und war, und daß, wo der Naturforscher ganz deutlich bestimmte in der Entwicklung begründete, oder durch bekannte pathologische Processe herbeigeführte Bildungen sieht, die Unwissenheit und das Vorurtheil die abenteuerlichsten Aehnlichkeiten erblickt, und so Katzen- und Kröten-Köpfe, Hasenscharten und Wolfsrachen ꝛc., Erdbeeren und Brombeeren, Flammen und Kreuze ꝛc. erkennt. Sömmering sagt in seiner Beschreibung und Abbildung einiger Mißgeburten S. 28. »Ich habe Gelegenheit gehabt, die berühmtesten Mißgeburten, welche man

als Wirkungen der Einbildungskraft vorzeigte, zu sehen. Ich fand aber bei der Untersuchung derselben nicht die entfernteste Aehnlichkeit zwischen dem Dinge, woran sich die Mutter versehen haben sollte, und der Mißgestalt solcher Kinder« ꝛc.

Die Gründe nun, welche man gegen die Erklärung der Entstehung gewisser Mißbildungen durch Affecte der Mutter veranlaßt durch diesen Mißbildungen ähnliche Gegenstände aufwerfen muß, sind folgende:

1. Wir kennen keine directe Verbindung der Mutter mit dem Fötus, weder durch Blutgefäße noch durch Nerven. Ich habe zwar eben zugegeben, daß Affecte der Mutter überhaupt wohl einen Einfluß auf die Entwicklung des Fötus ausüben. Allein dazu ist auch keine directe Verbindung zwischen Mutter und Kind erforderlich. Die Blutmischung und Zufuhr des mütterlichen Blutes, das Verhalten des Uterus, abhängig von der Lebens- und Gemüthsstimmung der Mutter überhaupt, können und müssen auf das Ei und den Fötus einwirken, ohne eine solche directe Verbindung. Eine solche specielle Beziehung der Mutter zum Fötus aber, wie sie erfordert werden muß, um ein bestimmtes Object, welches das Gemüth und die Phantasie der Mutter erregt hat, in einer bestimmten Bildung des Fötus wiederzugeben, würde nach allen Analogien auch eine directe Verbindung der Mutter mit dem Fötus, und zwar durch Nerven, voraussetzen. Der Naturforscher kann keine solche Wirkungen der von dem Gehirne entwickelten Thätigkeiten in distans zugeben, so oft religiöse und phantastische Schwärmerei dieselbe auch empfunden haben wollen. Wird eine solche Wirkung der Gehirnthätigkeiten der Mutter auf den Fötus jemals mit Sicherheit nachgewiesen werden, so werden wir es begreiflicher finden, wie diese durch den Austausch des Blutes, obgleich er kein directer ist, vermittelt wird, als eine Wirkung in distans zugeben. Alle hier gezogenen Parallelen und angeführten Analogien, die Aehnlichkeit der Eltern mit dem Kinde in körperlicher und psychischer Beziehung, die Wirkung der Gehirnthätigkeiten auf die Organe des Körpers, sind schief und unpassend, und den Magnetismus und dgl. in's Spiel ziehen, hieße nur eine dunkle Sache durch eine noch dunklere erklären wollen. Wir sind genöthigt, unsere Beweise und Erklärungen von dem zu entnehmen, was wir wissen und erkennen, nicht von dem, was wir für möglich halten könnten. Man suche die Natur und Wirkungen der Gehirnthätigkeiten überhaupt näher zu studiren, und von da aus Aufschluß über eine Wirkungsweise zu erhalten, die man hier ohne alle Berechtigung dazu annehmen will.

2. Mißbildungen und zwar häufig auch solche, bei welchen Versehen stattgefunden haben sollte, sind oft Zwillinge, von welchen der eine ganz normal gebildet ist. Wie ist es hier erklärbar, daß der eine Fötus von dem Affecte der Mutter getroffen wurde, der andere nicht. Dagegen kann man leicht einsehen, wie eine Störung, eine Hemmung in der Entwicklung eben durch das Vorhandensein zweier Eier veranlaßt wurde, deren Folge die Mißbildung ist.

3. Es kommen sehr häufig Mißbildungen in Organen vor, welche die Mutter gar nicht kennt, die sie bei dem Versehen gar nicht sehen konnte, bei welchen also ein Versehen im engern Sinne des Wortes gar nicht stattfinden konnte.

4. Dieselben Mißbildungen in denselben Formen ereignen sich oft, wo gar kein Versehen stattgefunden hat, welche anderemale Folge des Versehen sein sollen, z. B. eine der häufigsten die sogenannte Hasenscharte.

5. Sehr oft hatten Affecte Statt, von welchen man eine Einwirkung auf den Fötus fürchtete, und es zeigte sich keine solche. Mit Recht müßte man befürchten, daß die Zahl der Mißbildungen viel größer sein würde, als sie wirklich schon ist, wenn heftige Affecte der Mutter, denen Schwangere gerade so leicht ausgesetzt sind, eine so leichte Ursache zu Mißbildungen werden könnten.

6. Mißbildungen finden sich, wie oben schon erwähnt, öfter in derselben Art bei mehren, oft in Zwischenräumen von vielen Jahren aufeinander folgenden Kindern, oder sind erblich in einer Familie. Gesetzt auch hier könnte in einem Falle ein Versehen nachgewiesen werden: ist es wahrscheinlich und denkbar, daß dieses nicht nur auf die Eier im Eierstocke, die vielleicht auch noch nicht gebildet waren, und selbst auf die des Fötus und mehrer zukünftigen Generationen sollte gewirkt haben? Spricht dieses nicht ebenso sehr gegen das Versehen, als es auf eine andere bleibende Quelle der Mißbildung in der Organisation der Mutter oder des Vaters und besonders auf eine anomale Beschaffenheit der Zeugungsflüssigkeiten hinweiset?

7. Mißbildungen und zwar häufig in derselben Form, wie sie beim Menschen vorkommen, und bei ihm Wirkung des Versehens sein sollen, finden sich auch bei Thieren. Haben wir irgend einen Grund in der Psychologie der Thiere, bei ihnen so lebhafte Affecte vorauszusetzen, als bei dem Menschen? Ist es wahrscheinlich, daß sich ein Jagdhund an einem Hasen oder Wolfe versehen sollte? Und doch sind Hasenscharte und Wolfsrachen häufig bei Hunden. Aber auch niedere Thiere, Amphibien, Fische, Insecten, endlich Pflanzen zeigen oft Mißbildungen. Wir können sie größtentheils aus denselben Gesetzen erklären, wie die Mißbildungen beim Menschen, die man von einem Versehen ableiten will, wovon bei jenen doch gar keine Rede sein kann.

8. Eine besondere Schwierigkeit stellt auch noch die Thatsache der Embryologie dem Versehen entgegen, daß nach den ersten 4—6 Wochen die Organe und Formen des Embryo's schon alle so angelegt und angedeutet sind, daß eine Mißbildung derselben nicht bloß eine gestörte und mißleitete Entwicklungsthätigkeit, sondern auch Zerstörung des bereits Gebildeten voraussetzt; und zwar um so mehr, je mehr der Fötus in seiner Entwicklung vorgeschritten ist. Nun aber wissen die Frauen meistens in jener frühen Zeit noch gar nicht mit Sicherheit, daß sie schwanger sind. Hier hat ihr Gemüth noch nicht jene Richtung auf das sich bildende Wesen, die man für so förderlich für das Versehen erachtet. Auch sollen sich die meisten Fälle des Versehens erst nach der Mitte der Schwangerschaft und noch später ereignet haben, also nicht dann, wenn sie noch am ehesten annehmbar wären, sondern dann, wenn wir eine sehr bedeutende Umänderung und einen sehr tiefen Eingriff in die Entwicklungsthätigkeit des Embryo's annehmen müssen, bei der seine Erhaltung überhaupt kaum mehr denkbar bleibt.

Nehmen wir zu diesem Allen noch hinzu, daß wir die meisten Mißbildungen aus den Entwicklungsgesetzen, und anderen wissenschaftlich zu analysirenden Ursachen erklären können, so wird wohl Jedermann zugestehen müssen, daß das Versehen zum wenigsten nur als eine sehr seltene und beschränkte Ursache der Mißbildungen angenommen werden kann. Wenn ich das Versehen hier nicht absolut in Abrede stelle, so geschieht dieses einestheils, weil zuverlässige Männer, wie Klein, Carus, v. Bär, Prochaska, Schönlein, Bischoff (in Wien), Vering, Friedr. Müller, Bechstein und Andere noch neuere Fälle zu Gunsten desselben mitgetheilt

haben, die sich wenigstens aus dem Mitgetheilten nicht anderweitig erklären lassen. Noch mehr aber habe ich das Versehen mit unter die zu beleuchtenden Ursachen der Mißbildungen aufgenommen, weil durch bloßes Verneinen eine jedenfalls noch offenstehende Quelle für Forschungen abgeschnitten würde, von welcher ich um so mehr noch Gutes erwarten möchte, als ich das Versehen selbst entschieden für irrig halte.

Der Geist der Beobachtung in unseren Tagen hat sich freilich von jener Sucht nach dem Wunderbaren, Aberglauben und Leichtgläubigkeit losgemacht, denen wir so viele frühere Berichte über Mißbildungen verdanken. Allein noch manche Beobachtung läßt uns jene Umsicht vermissen, sei es aus Schuld des Beobachters, oder, wie so oft, aus Schuld der Umstände, welche erforderlich ist, um als eine sichere Basis für eine aus ihr abzuleitende Wahrheit gelten zu können. Warum sind die Versuche und Beobachtungen der Physiker und Chemiker so viel zuverlässiger als die der Physiologen? und warum die dieser wieder zuverlässiger als die der Pathologen? Mit Unrecht würde man dieses den Individuen und dem Geiste der Disciplinen überhaupt zuschreiben. Es liegt dieses weit mehr in der Möglichkeit zu beobachten. Könnte der Physiolog und Pathолog seine Beobachtungen so oft wiederholen und so oft modificiren wie der Chemiker und Physiker, so würde man uns schwerlich mehr als jenen den Vorwurf oberflächlicher Beobachtungen und leichtsinniger Hypothesen machen können. Vor letzten kann man sich freilich hüten, wenn man die Schwierigkeit und deßhalb Unzulänglichkeit auch der sorgfältigsten Beobachtung einsieht.

So betrachte ich auch die Angaben der oben genannten verdienstvollen Männer. Die Umstände ihrer Beobachtungen, so sorgfältig sie selbst waren, konnten gar zu leicht vollständige Beobachtungen unmöglich machen, und darum darf man keine unbedingte Folgen aus ihnen ziehen. Ich erlaube mir einen Fall kurz mitzutheilen, welcher zeigt, wie leicht gerade bei der in Rede stehenden Sache Irrthümer sind.

Eine Schiffersfau aus einem Dorfe jenseits des Neckars kam mit einem Kinde ohne Hände und Füße nieder. Die Sache machte Aufsehen und ich interessirte mich für dieselbe so viel als möglich. Die Frau erzählte mir, sie habe, als sie schwanger gewesen, eines Tages unsere anatomische Sammlung besucht, in welcher die Mißbildungen das gewöhnlichste Object der Neugierde solcher Leute sind. Dort sah sie auch einen Fötus ohne Hände und Füße. Als sie aus der Sammlung herauskommt, begegnet ihr eine Bekannte, und wirft ihr in derben Ausdrücken den Besuch und das Besehen der Sammlung in ihrem Zustande vor. Obgleich sonst ein starker Geist, konnte sie dennoch diese Vorstellung nicht wieder loswerden, — und sie gebar ein Kind ohne Hände und Füße. Dieses erzählte sie mir mit allen Nebenumständen weit und breit. Wer hätte hier nicht an ein Versehen glauben sollen? Ich gestehe, ich fing selbst an stutzig zu werden. Endlich erfuhr ich en passant nach vielen Fragen, daß dieselbe Frau, neben mehren gesunden Kindern, die herumliefen, früher schon zweimal Mißbildungen vor mehren Jahren geboren hatte. Nun war die Sache klar, wie leicht hätten aber Umstände mir diese Kenntniß vorenthalten können.

Ich kann daher das Versehen in der Lehre von den Mißbildungen, nur als einen der weiteren Beobachtung werthen Gegenstand betrachten, aus welchem Gesichtspunkte ihn auch neuerlichst Feuchtersleben [1]) betrachtet hat.

[1]) Die Frage über das Versehen der Schwangern, zergliedert in den Verhandl. der K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien. 1842. S. 430.

Nach einer andern Ansicht glaubte man, daß die Mißbildungen ihren Ursprung irgend einer nachtheiligen mechanischen äußern Einwirkung verdankten. Als solche betrachtete man einen Stoß, Schlag, Fall und dgl., welchen die Mutter erlitten, oder eine heftige Bewegung derselben, oder mechanische Hindernisse, denen das Ei bei dem Durchgang durch den Eileiter, oder bei seinem Aufenthalt in dem Uterus durch organische Veränderungen dieser Organe selbst, oder der ihnen benachbarten, ausgesetzt gewesen sei. Dahin rechnete man ferner ungewöhnliche Verhältnisse des Eies selbst, zu viel oder zu wenig Fruchtwasser, einen zu beschränkten Raum für den Fötus, besonders wenn deren etwa zwei vorhanden gewesen. Endlich selbst krankhafte Veränderungen betrachtete man vorzugsweise als nur durch mechanische Einwirkung Mißbildungen hervorbringend, z. B. Verwachsungen, Bildung von Pseudomembranen und Strängen ꝛc. Unter den älteren Schriftstellern war besonders Lemery De monstris p. 139. ein eifriger Vertheidiger dieser Ansicht, und unter den neueren betrachtete Geoffroy St. Hilaire eine Zeitlang solche mechanische Einflüsse als einzige Ursachen der Mißbildungen (Philosophie anatomique. Paris 1822). Viele Andere wie Haller. (De monstris. p. 172), Treviranus (Biologie III S. 443), C. F. Wolff (De ortu monstrorum Nov. Comment. petropolit. T. XVII p. 570), gaben zwar zu, daß zuweilen mechanische Einflüsse Mißbildungen veranlassen könnten, selbst Verwachsungen zweier Embryonen, beschränkten aber doch diese Ursache als eine im Ganzen seltener wirkende. F. Meckel dagegen, Path. Anat. S. 25, erklärte sich auf das Entschiedenste dagegen, und sagt S. 29 geradezu: daß er durchaus keine abweichende Bildung als von mechanischen Ursachen entstanden ansehen zu können glaube.

Und in der That muß man gestehen, daß ebenso wie es in der Mehrzahl der Fälle schwer halten würde, eine vorausgegangene mechanische Einwirkung historisch nachzuweisen, es noch schwerer halten würde, die Möglichkeit der Entstehung der meisten Mißbildungen durch mechanische Einflüsse darzuthun; vielmehr zeigen die meisten die Unmöglichkeit hierzu aus inneren Gesetzen, wie dieses Meckel a. a. O. auf das Ueberzeugendste dargethan hat. Die Thatsachen, auf welche Geoffroy St. Hilaire seine Behauptung gestützt hat, und von denen Eisenbeis (Disp. de Laesionibus mechanicis Simulacrisque Laesionum foetu in utero contento accidentibus etc. Tubing. 1794) eine beträchtliche Zahl gesammelt hat, sind nur im Stande zu zeigen, daß mechanische Einflüsse allerdings Störungen in der Entwicklung und Verunstaltungen des Fötus herbeiführen können, allein er hat denselben eine viel zu allgemeine Ausdehnung gegeben, wenn er sie für hinreichend zu der Annahme hielt, daß alle Mißbildungen auf diese Weise entständen, und ihn selbst zu der Aeußerung veranlaßten, daß er beliebig so viele Mißbildungen hervorbringen könne, als er wolle. Es war ihm nämlich gelungen, bei Hühnereiern durch theilweise Verletzung derselben, durch gewisse Lagen, durch Ueberzüge die er über dieselben gemacht, mancherlei Verunstaltungen des Embryo's hervorzubringen. Wenn man aber die Resultate dieser Versuche in seinen Mittheilungen (Journ. complémentaire T. XXXIV; Philos. anat. p. 513; Mémoires du Muséum. Tom. XIII p. 289 und Isidore Geoffr. St. Hilaire, Histoire des anomalies de l'organisation. III p. 503) lieset, so muß man sich wundern, wie er daraus so allgemeine Folgerungen gezogen hat.

Es haben sich ferner zwar die Beobachtungen über filamentöse Verbindungen zwischen dem Fötus und den Eihäuten, Abschnürungen der Glieder durch solche und den umschlungenen Nabelstrang in Erfahrungen von Wrisberg

Chaussier, Osiander, Watkinson, Fitch, Montgomery, Schäfer, Lagorsky, Beclard, Veiel, Ludwig, Smith, Vassal, Buchmann, Burchhard u. A., zu denen der Verfasser noch zwei schöne Beispiele aus der hiesigen anat. Sammlung hinzufügen könnte, weit über die Erwartung und Aussicht von Geoffroy vermehrt; es hat Valentin[1]) seine Versuche durch Verletzung von Hühnereiern Mißbildungen hervorzubringen mit Glück wiederholt; allein dieses Alles wird den Unbefangenen auch nur zu dem Resultate führen, daß zwar mechanische Verletzungen des Embryo's gewisse Mißbildungen und Verstümmlungen desselben hervorbringen können, gewiß aber nur zu den selteneren veranlassenden Ursachen derselben gerechnet werden dürfen.

Die Betrachtungen mechanischer Einflüsse als Ursachen der Mißbildungen involvirt theilweise eine andere in sich, welche von mehren Schriftstellern ebenfalls einseitig hervorgehoben worden ist, nämlich die Ansicht, daß Krankheiten des Fötus überhaupt die Hauptquelle dieser Anomalien seien. Unter den Neueren hat vorzüglich Otto in seinem großen Werke[2]) dieser Entstehungsweise der Mißbildungen als der allgemein gültigen das Wort geredet, indem er meint, daß sie bei vielen als thatsächlich nachgewiesen, bei anderen sehr wahrscheinlich sei, und bei noch anderen endlich vielleicht in Zukunft noch nachgewiesen werden würde. Man beruft sich zur Unterstützung dieser Ansicht auf die Krankheiten, mit welchen behaftet man den Fötus öfters hat geboren werden sehen: Entzündungen, Tuberkeln, Skrophulosis, Rhachitis, Syphilis ꝛc. welche auch in früher Zeit vorhanden gewesen sein könnten, und Organe zerstört und entstellt haben. Vorzüglich aber sind es die Mißbildungen von Acephalie, Anencephalie, Hämicephalie, Spina bifida ꝛc., in welchen mit sehr großer Wahrscheinlichkeit, ja durch mehre Fälle geradezu bewiesen, frühe Gehirn- und Rückenmarkswassersucht die Ursache dieser und vieler damit in Verbindung stehenden Mißbildungen war. Bleibt man aber bei diesen allein durch Thatsachen der Erfahrung bewiesenen Fällen stehen, so muß man eingestehen, daß sie doch immer nur einen kleinen und ganz bestimmten Kreis von Mißbildungen umfassen. So gewiß man zugeben und behaupten muß, daß besonders die letzten Zustände Mißbildungen hervorbringen, so wenig wird ein unbefangenes Urtheil diese Ursache allgemein ausdehnen wollen und können. Ansammlung von Wasser, oder besser seröser Flüssigkeit in geschlossenen und noch nicht geschlossenen hohlen Röhren, Kanälen und Höhlen, ist ein so einfacher, keine großen pathologischen Ursachen voraussetzender Vorgang, daß wir ihn ohne Bedenken als sehr wahrscheinlich auch beim Fötus annehmen dürfen. Hierdurch kann leicht Nichtvereinigung oder abermalige Spaltung der durch Rücken- und Bauchplatten gebildeten Röhren des Schädels, des Rückgrades, der Bauch- und Brusthöhle, der Medullarröhre, des Kanales der Allantois u. s. w. hervorgebracht und dadurch eine Menge Mißbildungen verursacht werden. Schon die Entzündung scheint mir indessen ein kaum in größerer Ausdehnung zuzugebender pathologischer Zustand, so wie denn auch eine solenne Entzündung irgend eines Theiles in früherer Zeit, so weit mir bekannt, durch keine Beobachtung erwiesen ist. Noch weniger sind unzweifelhafte Fälle von Induration, Eiterung und Brand ebenfalls in früherer Zeit, wo allgemein zugegebenermaßen die meisten Mißbildungen entstehen, beobachtet worden. Daß Dyskrasien, wie Tuberkeln, Scropheln, Rhachitis, Syphilis ꝛc., von der Mutter auf den Fötus übergehen, ist leicht begreiflich bei dem Austausch der Säfte

[1]) Repertorium. II S. 168.

[2]) Monstrorum sexcentorum descriptio anatomica. p. XV.

zwischen beiden. Aber daß durch dieselben einzelne Organe des Fötus gänzlich zerstört, und die übrigen dabei in vollem Wohlsein erhalten werden sollten, wie dieses doch meist bei den Mißbildungen der Fall ist, halte ich für sehr unwahrscheinlich.

So wie eine solche Betrachtung der krankhaften Processe, welche Mißbildungen veranlaßt haben könnten, so zeigen nicht minder auch die Mißbildungen selbst, wie jene im Allgemeinen nur seltenen Ursachen ihrer Entstehung sein können. Besonders sind es die Doppelbildungen, die, so sehr man gerade über sie in dieser Hinsicht gestritten hat, gewiß nur mit der größten Unwahrscheinlichkeit von pathologischen Ursachen abgeleitet werden können. Wenn man die vollständige Reihe, welche sie bilden, die Regelmäßigkeit ihrer Bildung und die stehenden Formen, in welchen sie immer wiederkehren, bedenkt, so scheint keine Ansicht über sie schwächer, als die, daß sie immer zweien Embryonen ihren Ursprung verdanken sollen, von welchen gewisse Theile pathologisch zerstört, und die anderen verschmolzen sein sollen. Meckel hat sie in dieser Hinsicht besonders gewürdigt und ich werde weiter unten wieder darauf zurückkommen. Außerdem sind aber auch alle die Mißbildungen, die man gewöhnlich als Situs perversus oder Fabrica aliena bezeichnet, gar nicht geeignet aus krankhaften Veränderungen abgeleitet zu werden; ich meine nicht sowohl Versetzungen der Eingeweide der Brust- und Bauchhöhle, als besonders die Fehler in der Herzbildung, die Varietäten in der Gefäßvertheilung und manche Bildungs-Abweichungen der Genitalien. Es ist unmöglich, bei solchen Ueberlegungen pathologische Processe als allgemein bewirkende Ursache für alle Mißbildungen zu betrachten, sie wird gleich den übrigen auf einzelne und gewisse Fälle beschränkt werden müssen.

Mit den Fortschritten der Entwicklungsgeschichte, und je mehr man die Bildungsweise des Embryo's und seiner Organe kennen lernte, mußte man zu der Erkenntniß kommen, daß die meisten Mißbildungen auf eine ganz andere Weise zu erklären sind, als dieses aus der Annahme der bisher betrachteten Ursachen geschehen kann. Wenn man die Formen der mißgebildeten Embryonen und ihrer Organe mit den Formen verglich, welche sie während ihrer Entwicklung durchlaufen, so mußte man nothwendig auf die Aehnlichkeit, welche zwischen beiden sich befindet, aufmerksam werden. Man erkannte, daß die größte Zahl der Mißbildungen gewisse Stufen der Entwicklung darstellen, auf welchen die Bildung stehen geblieben war, oder von welchen aus sie sich nicht dem Typus gemäß weiter entwickelt hatten.

Diese Art der Entstehung der Mißbildungen hat man Bildungshemmung, und die auf solche Weise entstandenen Bildungen Hemmungsbildungen genannt. Beide Bezeichungen müssen in dem angegebenen Sinne sprachrichtig wohl von einander unterschieden werden, obgleich dieses meistens vernachlässigt wird. Der Erste, welcher auf diese Entstehungs- und Ableitungs-Weise der Mißbildungen aufmerksam machte, war C. F. Wolff [1]). Sie wurde sodann von Tiedemann [2]) zur Erklärung derselben angewandt; vor allen aber gab ihr J. F. Meckel in seiner pathologischen Anatomie und mehren anderen Schriften über Mißbildungen die größte Ausdehnung und Anwendung. In Frankreich aber war es vorzüglich Geoffroy St. Hilaire, der sie, neben seiner Annahme mechanischer Ursachen für die Mißbildungen, in verschiedenen Abhandlungen, namentlich auch in seiner Philosophie anatomique seinen Untersuchungen zu Grunde legte.

[1]) Nov. Commentar Petrop. T. XVII.
[2]) Anatomie der kopflosen Mißgeburten. Landshut 1813.

In der That muß man gestehen, daß erst von der Zeit der Entstehung und Ausbildung dieser Idee in die Lehre von den Mißbildungen eine vernünftige Einsicht und wissenschaftliche Behandlungsweise eingedrungen und allgemein geworden ist. Indem man zeigen konnte, wie der größte Theil der Mißbildungen Formen darstellt, welche der Fötus vorübergehend in seiner Entwicklung darbietet, verschwand aus dieser Lehre das Zufällige, Abweichende, Befremdende, Verwirrende. Aus dem Chaos wunderlicher Gebilde entwickelte sich eine vernünftige Einsicht, das scheinbar Gesetzloseste reihte sich auf das Vollkommenste den erkannten Entwicklungsgesetzen an, und diente ihnen wiederum zur vielfachen Bestätigung. Jeder Fortschritt in der Entwicklungsgeschichte eröffnete nun eine neue Möglichkeit in der Erklärung von Mißbildungen, und diese konnten auf die an die normale Entwicklungsgeschichte zu richtenden Fragen hinleiten. Die gleichzeitige Ausbildung der vergleichenden Anatomie kam dabei ebenfalls herrlich mit zu Statten. Indem man die äußeren Formen und besonders die innere Structur der Thiere studirte und kennen lernte, mußte sich auch von dieser Seite die Analogie bleibender Formen mit vorübergehenden in der Embryonal-Entwicklung von selbst herausstellen. Vorzüglich interessant war dabei die sich ergebende Lösung der Frage nach der Aehnlichkeit gewisser Mißbildungen mit Thieren. Zwar ist dieselbe in der Lehre und der Beurtheilung der Mißbildungen oft und sehr übertrieben worden, und wir haben schon gesehen, zu welchen Abwegen in der Ableitung der Mißbildungen diese Uebertreibung geführt hat, wie sie Ursache der härtesten und grausamsten Beschuldigungen der Unglücklichen war, welche Mißbildungen zur Welt brachten, und wie sie eine Hauptstütze der übertriebenen Lehre von dem Versehen war. Meckel und viele Andere mit ihm fehlten und fehlen noch heute allerdings darin, daß sie diese Thierähnlichkeit der Embryonen und Mißbildungen so auffaßten, als durchliefe das höhere Wirbelthier, und besonders der menschliche Embryo in seiner Entwicklung die Formen niederer Thiere, und sei daher auf einer gewissen Stufe ein Fisch, ein Amphibium, ein Vogel, ein Säugethier und endlich ein Mensch, so daß daher auch ein menschlicher Fötus, wenn er auf einer dieser Stufen als Mißbildung stehen bliebe, einem Fisch, einem Frosch, einem Vogel oder Säugethier ähnlich sehen könne. Vielmehr liegt diese Aehnlichkeit, wie v. Bär zuerst zeigte, darin begründet, daß die Embryonen der vier Wirbelthierclassen und des Menschen sich in früher Zeit alle einander außerordentlich ähnlich sind, und alle eine gewisse Summe gleicher und ähnlicher Organe besitzen. Ihre Verschiedenheit entsteht daraus, daß diese im Keime ähnlichen Organe sich nach verschiedenen Typen entwickeln, bei dem einen auf einer gewissen Stufe verharren, bei dem andern sich weiter metamorphosiren, bei dem dritten sogar wieder zurückschreiten und verschwinden. Bleibt nun der höher sich entwickeln sollende Embryo auf der Stufe stehen, die der niedere auch bei seiner vollkommenen Entwicklung nur erreicht, so wird er eine Aehnlichkeit mit letzterm darbieten. Indem diese Thierähnlichkeiten der Mißbildungen daher gewöhnlich durch Bildungshemmung hervorgebracht werden, bezeichnen sie auch immer nur eine gewisse Erniedrigung, nicht eine Erhöhung. Es kann zwar wohl geschehen, daß das Gehirn, das Herz eines menschlichen Fötus, dem eines Reptils ähnlich sind, nie aber hat man noch Gehirn und Herz eines Reptils als Mißbildung die menschliche Form annehmen sehen. Und wenn man Mißbildungen von Säugethieren menschenähnlich gefunden hat, so möchte ich sagen, daß dieses eher darin seinen

Grund hat, daß manche Menschen thierähnlich sind, und mit diesen also auch unter den Thieren Aehnlichkeiten sich entwickeln können.

Wenn es nun so eine unbestreitbare und die Lehre von den Mißbildungen hell erleuchtende Thatsache ist, daß dieselben sich zum großen Theile aus einer Hemmung, aus einem Stehenbleiben auf einer gewissen Stufe der Entwicklung erklären lassen, so ist freilich damit die Frage nach der Ursache dieser Hemmung noch nicht beantwortet. Indessen ist es leicht ersichtlich, daß diese Ursachen sehr mannichfach sein, und namentlich alle bisher aufgezählten als solche auftreten können. Es ist möglich, daß die Ursache der mangelhaften Entwicklung schon in dem Keime begründet war; es ist möglich, daß ein Krankheitsproceß des Embryo's, daß eine ihn treffende mechanische Einwirkung, daß eine heftige Gemüthsaffection der Mutter ꝛc. Ursachen sind, warum die Entwicklung des Keimes und Embryo's in dem einen oder andern Organe aufgehalten, gehemmt wird, so wie sie Ursachen sein können, daß sie ganz unterbrochen und der Embryo unentwickelt ausgestoßen wird. Je mehr es möglich sein wird, eine dieser entfernteren Ursachen historisch nachzuweisen, um so vollkommner wird unsere Einsicht in die Entstehung der Mißbildung sein. Allein auch wenn wir hierzu nicht im Stande sind, wird uns dieses in der Beurtheilung der Mißbildung als Bildungshemmung ebenso wenig stören können, als wir zwar oft im Stande sind, die Ursachen einer Krankheit nachzuweisen, diese aber zuweilen sämmtlich nicht vorhanden gewesen zu sein scheinen und die Krankheit dennoch dieselbe ist.

Fassen wir nun Alles zusammen, was wir in dem Vorhergehenden über die Ursachen und die Entstehungsweise der Mißbildungen erörtert haben, so scheint mir Folgendes daraus hervorzugehen:

Die Mißbildungen sind Krankheiten des werdenden Individuums, so wie es solche des gewordenen giebt. Krankheit aber ist Abweichung von der einem jeden Organismus zu Grunde liegenden Idee, deren Realisation zur Erreichung gewisser Zwecke nothwendig ist; oder wie Henle [1]) dieses ausdrückt, Abweichung von der Idee der Gattung. Die Mißbildungen verdanken daher ihre Entstehug einer Abweichung von der Idee der Gattung. Diese Bestimmung ist ganz dasselbe was C. F. Wolff sagt, wenn er sie als hervorgebracht durch eine abweichende Thätigkeit seiner Vis essentialis, oder Blumenbach seines Bildungstriebes oder Andere endlich der Vegatations- oder vegetativen Kraft bezeichneten, oder was man wenigstens damit bezeichnen wollte. Ich ziehe aber meine Definition vor, weil die Ausdrücke Vis essentialis, Bildungstrieb, Vegetationskraft, mancherlei Deutungen und Mißverständnisse erfahren haben, namentlich die beiden letzteren. Man hat dieselben häufig, ja gewöhnlich, gebraucht zur Bezeichnung der Richtung der den organischen Körpern zu Grunde liegenden Kraft, welche auf Darstellung, Bildung organischer Materien hinzielt; und dann in einer Abweichung derselben in gleicher Weise die Ursache der Mißbildungen erblickt, wie man auch gewöhnlich zu sagen pflegt, in dem Embryo überhaupt offenbare sich fast nur bildende vegetative Thätigkeit.

Ich habe mich schon an einem andern [2]) Orte darüber ausgesprochen, wie ein tiefes verderbliches Mißverständniß zu Grunde liegt, indem man die Thätigkeiten, Functionen der gebildeten Organe, mit der Ursache verwechselt, oder gleich bezeichnet, denen sie ihr Dasein, ihre Structur, Textur Mischung und die Erhaltung in derselben verdanken. Man erblickt in den Thätigkeitsäußerungen des Verdauungskanales der Drüsen ꝛc. vegetative

[1]) Allgemeine Anat. S. 218.
[2]) Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. S. 505

Thätigkeit, nennt diese Organe vegetative, und zugleich sollen sie nicht minder, wie alle übrigen Organe, deren Thätigkeit in Bewegung, in Entwicklung des Nervenagens ꝛc. beruhen, der Vegetationskraft, dem Bildungstriebe ihre Entstehung verdanken. Man bezeichnet also mit demselben Worte einmal die Folgen einer gewissen Structur, Textur und Mischung, und wieder die Ursache dieser selben Structur, Textur und Mischung, und diese selbe Ursache bringt auch wieder ganz andere Structuren, Texturen und Mischungen hervor, die auch wieder ganz andere Folgen haben. Dieses veranlaßt eine heillose und unlogische Verwirrung der Worte und Begriffe.

Die Ursache, welcher der Embryo sein Dasein und die Entwicklung aller seiner Gattung zukommenden Organe verdankt, schafft sowohl diejenigen Organe, deren Thätigkeit im entwickelten Zustande Umänderung, Auflösung, Darstellung organischer Materien ist, die also vegetative, bildende genannt werden können, als diejenigen, deren Thätigkeit im entwickelten Zustande Bewegung oder Entwicklung des Nervenagens ist, die Niemand vegetative nennt. Man muß sie also auch anders bezeichnen, und jene allgemeine Ursache nicht Vegetationskraft, Bildungstrieb nennen, sondern, wenn sie einen besondern Namen haben soll, können wir sie nur als Lebenskraft, organische Kraft überhaupt bezeichnen, welche eben den Organismus nach der seiner Gattung zu Grunde liegenden Idee schafft und erhält. Daß ich aber eine solche für anzunehmen nöthig halte, und nicht glaube, daß es jetzt schon gelingen kann, die Organismen aus den uns bekannten Kräften der übrigen Natur abzuleiten, gehört nicht hierhin, obgleich die Mißbildungen wohl zu einer der Ursachen, die bis jetzt zu jener Annahme nöthigen, gehören möchten.

Nun, ich betrachte also die Mißbildungen als Abweichungen der Thätigkeit, welche jeden Organismus nach einer ihr vorschwebenden Idee formt und bildet, wodurch denn auch Abweichungen von der Realisation dieser Idee und der Materie erfolgen. Die Ursachen dieser Abweichung können sehr mannichfach sein, immer aber entweder ursprüngliche oder solche, die während der Entwicklung einwirken. Ob die ursprünglichen nun in einer Modification der Idee selbst begründet sein können, oder in der Modification der ersten, ihrer Wirkung unterworfenen Materien, des Samens und des Eies, wird nicht entschieden werden können; nur aber die der letzteren werden unserer Forschung zugänglich sein und werden, und auf ihre Modificationen begründe ich zunächst die Annahme einer ursprünglichen Mißbildung des Keimes. Durch sie können alle möglichen Arten der Mißbildungen, Doppelbildungen, Defecte, Hemmungsbildungen, Situs perversus ꝛc. hervorgebracht werden. Die während der Entwicklung eine Abweichung von der Realisation der Idee der Gattung bewirkenden Ursachen können sehr mannichfaltig sein, werden aber vorzüglich wieder auf zwei Weisen in Wirksamkeit kommen. Sie können begründet sein entweder in dem von der Mutter gelieferten Entwicklungsmaterial, welches wiederum von körperlichen und geistigen Affecten der Mutter verändert werden kann. Oder sie können begründet sein in Affecten des Embryo's selbst, in Krankheiten desselben oder in mechanischen Verletzungen. Das ganze Heer der auf eine dieser Weisen einwirkenden entfernteren Ursachen wird ebenfalls die verschiedensten Formen der Mißbildungen hervorrufen können, vielleicht selbst Doppelbildungen und Situs mutatus; vorzüglich aber wohl mehr Defecte und Hemmungsbildungen.

Nicht weniger als die Ursachen der Mißbildungen, hat ihre Eintheilung und Classification den Schriftstellern zu thun gemacht. Die Ursache der Schwierigkeit lag und liegt in der Auffindung eines durchgreifend

ausführbaren Eintheilungs-Principes. Denn wenn man sie nach den äußeren Formen classificiren will, so sind die Modificationen der Mißbildungen so mannichfach und verschieden, daß man genöthigt wird, eine zu große Anzahl von Arten zu bilden. Auch kommen sehr oft verschiedene Arten von Mißbildungen in einem und demselben Individuo vor, so daß wenigstens eine diese betreffende Classification und Benennung höchstens nur a potiori, d. h. nach dem am meisten in die Augen Fallenden richtig sein kann. Nach den veranlassenden Ursachen ist eine Eintheilung aber auch nicht durchzuführen. Denn wenn diese sich auch dadurch, daß sie sogleich die Natur der Mißbildung näher andeuten würde, sehr empföhle, so ist sie doch wieder deßwegen nicht ausführbar, weil dieselbe Art der Mißbildung durch verschiedene Ursachen herbeigeführt werden kann. Viele haben beide Momente, die äußere Form und die bedingende Ursache, zum Eintheilungsprincip benutzt, worin aber keine logische Einheit liegt. So ist es denn gekommen, daß fast jeder Schriftsteller über Mißbildungen sich sein eigenes System gebildet hat, gegen welches sich bald mehr bald weniger Einwürfe erheben lassen, und von welchen ich nur die vorzüglich bekannter gewordenen hier namhaft machen will.

Als eines der ältesten Systeme der Mißbildungen erwähne ich zuerst dessen von Licetus[1]). Er theilt die Mißbildungen in Monstra uniformia, welche nur die Bildungen einer Species an sich tragen, und Monstra multiformia, welche die Bildungen mehrer Species in sich vereinigen. Die erste Classe umfaßt: 1. Monstra mutilia; 2. M. excedentia; 3. M. ancipitis naturae; 4. M. difformia; 5. Monstra informia; 6. M. enormia. Die zweite Classe enthält: 1. Monstra, welche Theile verschiedener Individuen derselben Species besitzen; 2. solche, welche Theile verschiedener Species aber desselben Genus besitzen; 3. solche mit Theilen verschiedener Genera und 4. solche mit Theilen ganz verschiedener Wesen, Menschen und Dämonen. Diese Eintheilung bezeichnet sich selbst und den ganzen Stand der Untersuchung hinlänglich.

Die Classificationen von Huber[2]), so wie die von Voigtel[3]) und selbst die von Malacarne[4]), obgleich letztere als Vorgängerin der von Breschet zu betrachten ist, will ich hier nur im Allgemeinen erwähnen, da sie meist so große Unvollkommenheiten darbieten, daß dieselben sogleich von selbst in die Augen fallen.

Dagegen verdient die Classification von Buffon[5]) vorzüglich schon deßwegen hervorgehoben zu werden, weil sie der größten Zahl der später aufgestellten mehr oder weniger zu Grunde liegt. Er stellt nämlich drei Classen auf: I. Mißbildungen mit Exceß, II. Mißbildungen mit Mangel, und III. Mißbildungen mit Umkehrung oder fehlerhafter Stellung. So ist dieser Eintheilung die von Blumenbach[6]) sehr ähnlich, welcher 4 Classen annahm: I. Fabrica aliena, II. Situs mutatus, III. Monstra per defectum, IV. Monstra per excessum, mit welcher wiederum die von Bonnet[7]) fast ganz übereinstimmt. Sehr vielen Beifall fand eine Eintheilung von Treviranus[8]) in quantitative und qualitative Mißbildungen, gegen welche sich im Allgemeinen auch wohl nur die Einwendung machen läßt, daß oft beide Arten in einem und demselben Individuo vereinigt vorkommen. Meckel schloß

[1]) De monstris. Amstelod. 1665. Lib. I. Cap. XIII p. 48.
[2]) Observationes atque cogitationes nonnullae de monstris. Cassel. 1748. 4to. p. 9.
[3]) Handbuch der Path. Anatomie. Halle 1805. III S. 574.
[4]) Dei monstri umani etc. Mem. della soc. ital. Tom. IX.
[5]) Histoire naturelle, Supplement IV p. 578.
[6]) Handbuch der Naturgeschichte. 5te Aufl. S. 20.
[7]) Considération sur les corps organisés. Tom. III.
[8]) Biologie III S. 425.

ſich in ſeiner Eintheilung, welche er in ſeiner path. Anatomie I. S. 44. und in der Monographie: De duplicitate monstrosa. Comment. p. 2. ausführlich erörtert, am meiſten der von Buffon und Blumenbach an, indem er 4 Claſſen bildete, von welchen das Weſen der erſten eine zu geringe Energie der bildenden Kraft iſt, das der zweiten eine zu große Energie, das der dritten Abweichungen der Organe von ihrer gewöhnlichen Form, und das der vierten Unbeſtimmtheit in dem Geſchlechtscharakter oder Zwitterbildung. Beſonders dieſe letzte Claſſe läßt ſich dieſer Eintheilung zum Vorwurf machen. Sie verdankte ihre Bildung nur einer nicht gehörigen Kenntniß der normalen Entwicklungsweiſe der Genitalien. — Der Eintheilung von Buffon ſind auch Chauſſier und Adelon gefolgt[1]). Dieſelbe liegt auch der von Breſchet[2]) zu Grunde, obgleich derſelbe die erſte Claſſe Buffon's, in welcher die Mißbildungen mit Exceß ſich finden, in zweie theilen zu müſſen glaubte, deren eine die Doppelbildungen enthält. Er hat zugleich eine allgemein durchzuführende griechiſche Terminologie vorgeſchlagen, und ſo heißen denn ſeine vier Claſſen folgendermaßen: I. Ageneses, Bildungsabweichungen mit Verminderung der Bildungskraft. II. Hypergeneses, Bildungsabweichungen mit Vermehrung der Bildungskraft. III. Diplogeneses, Bildungsabweichungen mit Vermehrung der Keime. IV. Heterogeneses, Bildungsabweichungen mit fremdartigen Eigenſchaften des Zeugungsproductes. Dieſe Trennung der Diplogeneſen von denen mit Uebermaß der Bildung enthält die beſtimmte Annahme über die Entſtehungsweiſe der ſowohl in die eine als andere Claſſe gehörigen Mißbildungen, für welche nur der Beweis noch zu fehlen ſcheint.

Eine der berühmteſt gewordenen Claſſificationen iſt ferner die von den beiden Geoffroy Saint Hilaire.

Geoffroy St. Hilaire[3]) und ſein Sohn Iſidore[4]) weichen zunächſt ſchon in dem Princip ganz von dem der Uebrigen ab. Veranlaßt durch die große Aehnlichkeit, in welcher gewiſſe Mißbildungen immer wiederkehren, durch die Reihenfolgen, welche ſich aus ihnen bilden laſſen, und überhaupt durch das Geſetzmäßige, was ſich in ihren Bildungen ausſpricht, betrachten ſie die Mißbildungen als organiſche Weſen eigener Art, die eine beſondere Claſſe ausmachen. Sie behaupten, daß ſich deßhalb auch dieſelben Regeln bei ihnen anwenden laſſen, wie bei der Anordnung und Eintheilung anderer organiſcher Körper der Pflanzen und Thiere, und daß ſie ſich deßhalb ebenſo in Ordnungen, Familien, Genera und Species eintheilen laſſen, wie dieſe, wenn man dieſelben Eintheilungs-Principe auf ſie anwendet, die zu dieſen Abtheilungen in dem Pflanzen- und Thierreiche führen. Zugleich wenden ſie bei ihrer Claſſification die Analogie, welche die Mißbildungen mit Formen niederer Thiere darbieten, in hohem Grade an, und glauben dieſe Analogien überall finden zu können. Kurz ſie wenden die ſogenannte naturhiſtoriſche Methode auf die Mißbildungen an, ſo wie dieſelbe von anderen Seiten auf die Krankheiten in Anwendung geſetzt worden iſt.

Geoffroy nennt zunächſt alle Mißbildungen Anomalien, und die Lehre von denſelben: Teratologie (von τερας, Monstrum). Dieſelben zerfallen in einfache und complicirte. Die einfachen nennt er Haemiteries, oder Varietäten und Bildungsfehler, und verſteht unter Varietäten diejenigen, die eine geringe Abweichung von dem Normal darſtellen, bei welcher die

[1]) Dict. des sc. méd. Tom. XXXIV. p. 156.
[2]) Dictionaire de médécine. Art. Deviation organique.
[3]) Philosophie anatomique. Paris 1822. T. II. p. 77. und Mém. du Muséum. T. VII. p. 85.
[4]) Histoire générale des Anomalies de l'organisation. Paris 1832. T. I. p. 97.

Function nicht gestört ist; unter Bildungsfehler diejenigen, bei welchen die anatomische Abweichung ebenfalls gering ist, die Function aber gestört oder unmöglich ist. Diese Hämiterien zerfallen in 5 Classen, je nachdem die Abweichung betrifft das Volumen, die Gestalt, die Structur und Färbung, die Disposition (Lage, Verbindung, Trennung) und die Zahl und Existenz der Theile. Diese sind wieder nach der Ausdehnung und dem Grade der Mißbildung, und diese nach den Organen und Regionen abgetheilt. — Die complicirten Anomalien zerfallen in drei Abtheilungen: erstens Heterotarien (von ἕτερος und τάξις, andere Anordnung), nämlich Anomalien, die zwar in anatomischer Hinsicht bedeutend, aber nicht äußerlich sichtbar sind und die Function nicht stören. Zweitens: Zwitterbildungen und drittens: Monstruositäten, letztere solche, wo sowohl die anatomische Anordnung sehr abweichend als auch die Function sehr gestört ist. Diese Monstruositäten theilt er in drei Classen: einfache, doppelte und dreifache. Die nächsten Abtheilungen werden dann nach physiologischen Merkmalen und die Unterabtheilungen nach anatomischen gebildet, z. B. die einfachen Monstruositäten in solche, bei denen eine selbstständige weitere Fortentwicklung möglich ist (Autosites), in solche, bei denen die Ernährung nur passiv durch die Placentarcirculation unterhalten wird (Omphalosites), und in solche, bei denen auch keine selbstständige Lebensfähigkeit sich findet und die auf Kosten eines andern Individuums sich erhalten (Parasites). Die Autositen sind dann wieder Ectoméliens (Mißbildung der Extremitäten mit Defect), Syméliens (Verschmelzung der Glieder), Célosimiens, (Vorfall der Eingeweide und unvollkommene vordere Schließung, vordere Spaltung), Exencéphaliens (Mangel der Schädeldecke) u. s. w. Die Nomenclatur ist ganz aus dem Griechischen entnommen, und soll wo möglich sogleich die ganze Mißbildung bezeichnen.

Obgleich die vielfache Widmung und die großen Verdienste der beiden Geoffroy um die Mißbildungen ihnen im Einzelnen eine große Autorität mit Recht verschafft haben, hat doch ihr System, oder vielmehr ihre Philosophie über die Mißbildungen nicht viele Anhänger gefunden, und trotz der gewandten Vertheidigung desselben durch Isidore[1]) möchten sich auch nicht schwer viele Bedenklichkeiten, selbst logischer Art gegen dasselbe erheben lassen, während der Gebrauch des Systems durch die vielen Abtheilungen eher beschwerlich als erleichternd wird, die Benennungen auch oft gar zu zusammengesetzt sind.

Gurlt[2]) bringt die Mißbildungen, indem ich seinen letzten Angaben folge, in drei Classen. Mißbildungen an einem Körper oder einfache Mißgeburten, Monstra simplicia s. unicorporea; Doppel- oder Zwillingsmißgeburten, Monstra duplicia s. bigemina; dreifache oder Drillingsmißgeburten, Monstra triplicia s. trigemina. Die erste Classe zerfällt in sechs, oder, mit Hinzuziehung der Zwitterbildungen, in sieben Ordnungen:

I. Mißbildung durch Mangel an Theilen, Monstra per defectum.
II. Mißbildungen durch Kleinheit der Theile, Monstra per parvitatem partium.
III. Mißbildungen durch regelwidrige Spaltungen am Körper, Monstra per fissuras alienas.
IV. Mißbildungen durch Nichtdurchbohrung und Verschmelzung der Theile, Monstra per atresiam et symphysin.

---

[1]) l. c. p. 108.
[2]) Lehrbuch der pathologischen Anatomie der Haussäugethiere Bd. II. und Berliner encyclopädisches Wörterbuch der medicinischen Wissenschaften. Art. Monstrum. Bd. XXIV.

VI. Mißbildungen durch überzählige Theile am einfachen Körper, Monstra per excessum.

VII. Zwitterbildungen, Hermaphrodites.

Die zweite Classe zerfällt in zwei Abtheilungen:

Erste Abtheilung: Doppelmißbildungen durch Verschmelzung, Monstra per coalitum duplicia.

Zweite Abtheilung: Doppelmißgeburten durch Einpflanzung, Monstra per implantationem duplicia.

Die erste Abtheilung zerfällt in 4 Ordnungen:

I. Verschmelzung ohne Trennung an den beiden Enden des Körpers.

II. Verschmelzung mit Trennung am obern Ende.

III. Verschmelzung mit Trennung am untern Ende.

IV. Verschmelzung mit Trennung am obern und untern Ende.

Die zweite Abtheilung, ebenso wie die dritte, bedürfen keiner weitern Eintheilung.

Dieser Classification läßt sich unter anderen derselbe Vorwurf machen, welcher auch schon der von Breschet gemacht wurde, nämlich daß die Trennung der Mißbildungen durch überzählige Theile von den Doppelmißbildungen eine gewaltsame ist, da die Verdoppelung ganz allmälig durch alle Uebergangsstufen erfolgt. Gurlt's Benennungen der verschiedenen Mißbildungen sind indessen von Vielen angenommen worden.

Die neueste Classification, welche sich mehr den älteren von Buffon, Blumenbach, Meckel ꝛc. anschließt, hat Otto in seinem großen Werke[1]) gegeben. Er stellt drei Classen auf. I. Classe: Monstra deficientia. Diese enthält drei Ordnungen: 1. Monstra perocephala, bei denen irgend ein Theil des Kopfes mangelhaft gebildet ist, wornach sie in sieben Gattungen zerfallen. 2. M. perocorma, bei denen die Wirbelsäule mangelhaft entwickelt ist. 3. M. peromela, mangelhafte Entwicklung der Extremitäten. II. Classe: Monstra abundantia, zerfällt in zwei Ordnungen: 1. Monstra ex duobus coalita; 2. Monstra luxuriantia. III. Classe: Monstra sensu strictiori deformia. Enthält 4 Ordnungen: 1. M. fissione deformia.; 2. M. coalitu singularum partium deformia; 3. M. atresia deformia; 4. M. morbis manifeste deformia.

Bei dieser Eintheilung ist die Benennung a potiori entnommen. Mehr noch aber könnte man an ihr vermissen, daß den Bildungen von sogenanntem Situs perversus, den Abweichungen in der Gefäßvertheilung, manchen Zwitterbildungen ꝛc., keine Stelle in dem System angewiesen ist; daß es sich fragt, ob die Spaltbildungen und Atresien nicht auch Monstra deficientia sind; ob in der That Monstra abundantia durch Verwachsungen entstehen ꝛc.

Dagegen stimme ich Otto ganz darin bei, daß man zu einer Classification der Mißbildungen nur ihren anatomischen Charakter benutzen kann, und man sich, wenn mehre anatomische Abweichungen bei demselben Individuo vorfinden, zu dessen Bezeichnung an die vorwaltende halten muß. Ja, ich glaube sogar, daß man in der Benutzung dieses anatomischen Princips noch strenger verfahren muß, als dieses von Otto und Anderen geschehen ist, indem sie nicht immer zwei Schwierigkeiten glücklich vermieden und besiegten, die sich bei einem solchen Unternehmen vorzüglich entgegenstellen.

Die erste dieser Schwierigkeiten ist die, daß man sich nicht genug in Acht nehmen kann, das anatomische Princip mit einem physiologischen zu verbinden, wozu man sehr natürlich dadurch verleitet wird, daß beide in der

[1]) Monstrorum sexcentorum descriptio anatomica. Vratislav. 1841. fol.

That häufig, aber durchaus nicht immer, zusammenfallen, während sie sich zuweilen geradezu entgegenstehen. In dieser Beziehung kenne ich fast keinen Schriftsteller, der es glücklich vermieden, Defecte und Hemmungsbildungen mit einander zu vereinigen und dadurch Irrthümer in sein System zu bringen. In der That sind Defecte oder anatomisch mangelhafte Bildungen sehr häufig in Bildungshemmung begründet, und Hemmungsbildungen erscheinen meist als anatomische Defecte. Allein Beides ist nicht immer der Fall. Defecte haben oft eine andere Ursache als Bildungshemmung, und Hemmungsbildungen erscheinen zuweilen selbst als anatomischer Exceß, z. B. doppelte Stirnbeine, Worm'sche Knochen u. dgl., oder ihr anatomischer Charakter ist weder Mangel noch Exceß. Durch die Identificirung von Defect und Bildungshemmung, also Vereinigung eines anatomischen und physiologischen Princips ist aber viel Verwirrung veranlaßt worden, und das Vermeiden dieser Klippe ist in der That nicht immer leicht.

Die zweite Schwierigkeit für eine gute anatomische Classification liegt darin, daß es oft sehr schwer ist, den anatomischen Charakter einer Mißbildung mit Sicherheit zu bestimmen, und sich darüber streiten läßt, ob etwas ein anatomischer Mangel, oder selbst ein Exceß, oder noch öfter eine bloße Abweichung ohne Mangel oder Exceß, ob etwas ein quantitativer oder qualitativer Fehler ist. So z. B. die Spaltbildungen und Atresien sind von den Meisten zwar unter den Defecten betrachtet worden, aber aus dem fehlerhaften Grunde, weil sie meist durch Bildungshemmung entstehen, während Andere weder einen Defect noch einen Exceß, sondern eine qualitative Abweichung in ihnen erblickten. Ich schließe mich der ersten Ansicht an, weil man sagen kann, es fehlt hier die Verschließung einer normalen Höhle oder eines Kanales des Körpers, und weil außerdem meist in der That bei der Spaltung noch offenbare anatomische Mängel vorhanden sind. Die Schwierigkeit wird aber in einzelnen Fällen sehr groß. So z. B. betrachte ich die mangelhafte Trennung der Vorkammern und Kammern des Herzens, das Offenbleiben des Ductus venosus Arantii u. dgl. als anatomische Defecte; es fehlt hier die vollständige Entwicklung jener Scheidewände, es fehlt die normal zu erwartende Verschließung des Ductus venosus ꝛc. Dagegen halte ich das Offenbleiben des sogenannten Ductus arteriosus Botalli nicht für einen anatomischen Defect, obgleich man nach der gewöhnlichen Betrachtungsweise sagen würde, es fehlt hier die Verschließung jenes Verbindungskanales zwischen Art. pulmonalis und Aorta. Allein da ich aus der Entwicklungsgeschichte weiß, daß dieser sogenannte Ductus arteriosus Botalli eine ganz andere Natur hat, daß er die ursprüngliche rechte Aorta ist, die sich nur nicht dem Charakter der Gattung nach metamorphosirt hat, so rechne ich diese Bildung vielmehr zu den qualitativen, obgleich sie in ihren sonstigen Eigenschaften, Folgen u. dgl. vielfach mit den erstgenannten übereinstimmt. Ebenso sehen wir, daß Einige viele Doppelbildungen eher als anatomische Defecte, wie als Excesse zu betrachten geneigt sind, wenn sie sie nämlich als aus zwei vollkommnen Keimen entstanden betrachten, worüber ich noch weiter unten sprechen werde. Auch die sogenannten Zwitterbildungen bieten in dieser Hinsicht große Schwierigkeiten dar, und es kommt bei ihnen ganz auf ihre Erklärung aus der Entwicklungsgeschichte an, ob man sie als Exceß oder als Mangel oder vielmehr als qualitative Abweichungen in dem Entwicklungstypus betrachten will.

Unter Beachtung dieser Schwierigkeiten und möglichster Vermeidung der gegen jede Eintheilung zu erhebenden Einwürfe, glaube ich dennoch die

Mißbildungen in drei Classen bringen zu können, die sich in ihrer Bezeichnung den von Buffon und Blumenbach aufgestellten anschließen, in ihrer Durchführung von denselben aber mannichfach abweichend gestalten werden.

In die erste Classe bringe ich die Mißbildungen, denen zur Realisation der Idee ihrer Gattung etwas fehlt.

In die zweite diejenigen, die etwas mehr besitzen, als ihnen der Idee ihrer Gattung nach zukommen sollte.

In die dritte diejenigen, deren Bildung der Idee ihrer Gattung nicht entspricht, obgleich ihnen weder etwas fehlt, noch etwas zuviel zukommt, die dagegen in ihrer Bildung wenigstens oft der Idee einer andern Gattung entsprechen.

Indem ich dabei die Hauptformen der in eine jede dieser Classen und ihre Unterabtheilungen gehörigen Formen namhaft machen und kurz bezeichnen werde, kann eine genauere Beschreibung derselben nicht in gegenwärtigem Plane liegen. Doch will ich kurz, wo es mir möglich ist, die nach unserm jetzigen Standpunkte der Entwicklungsgeschichte wahrscheinlichste physiologische Erklärung dieser Formen hinzufügen, wodurch dieser Ueberblick vielleicht einen ihn vor anderen der Art auszeichnenden Werth erhält.

I. Classe.

Mißbildungen, denen zur Realisation der Idee ihrer Gattung etwas fehlt.

Die Ursachen, welche die in diese Classe gehörigen Mißbildungen hervorbringen, können sehr verschieden sein. In vielen Fällen sind wir gewiß genöthigt und berechtigt, sie als Producte einer unvollkommnen Zeugung zu betrachten, liege nun die Ursache in einer unvollkommnen Eibildung oder mangelhafter Beschaffenheit des Samens. Das zur Zeit noch größtentheils Hypothetische dieser Annahme nöthigt uns aber, mit ihr im concreten Falle so sparsam als möglich zu sein, und wo möglich andere Ursachen geltend zu machen: vor Allem Unterbrechung in der Ausscheidung eines Organes aus dem Keime, oder Hemmung in seiner Entwicklung durch einen äußern Einfluß, z. B. Affecte der Mutter: Zerstörung des bereits in der Entwicklung begriffenen Organes durch Krankheit, besonders durch Wasseransammlung: endlich Zerstörung eines Organes durch mechanische Einwirkung, z. B. Amputation einer Gliedmaße durch den Nabelstrang oder abnorm entwickelte Stränge innerhalb des Eies ꝛc. Es wird zur Zeit meistens noch sehr schwer sein, die eine oder die andere dieser Ursachen mit Sicherheit nachzuweisen, und sich gewöhnlich nur eine größere Wahrscheinlichkeit herausstellen lassen.

Es lassen sich in dieser Classe verschiedene Ordnungen aufstellen, je nach dem besondern Charakter des Mangels, den die Mißbildung darbietet.

1. Ordnung. Defecte im engern Sinne.

Es fehlt irgend ein Theil des Körpers und man hat schon fast jeden bei sonstiger Integrität des Körpers fehlen sehen, so wie auch schon fast alle, wenigstens als einzelne Glieder auftretenden Theile für sich sind geboren worden. Oft hat man diese Mißbildungen auch insgesammt als Acephalen bezeichnet, was aber, obgleich Mißbildungen mit mehr oder weniger mangelhaft entwickeltem Kopfe die häufigsten sind, doch so wenig richtig ist, daß man selbst schon einen Kopf allein ausgebildet gesehen hat. Trotz der großen Mannichfaltigkeit der Bildungen herrscht indessen in ihnen doch eine gewisse Uebereinstimmung und etwas Gesetzmäßiges, in Folge dessen mit Fehlen eines Theiles meistens auch das Fehlen eines andern verknüpft ist. So

z. B. fehlt bei Mangel des Gehirns fast immer auch das Herz, meistens auch die Lungen, Leber, Milz und Pancreas, sehr oft die Nieren und Nebennieren ꝛc. Dieses ist allerdings sehr zu beachten, und deutet auf gewisse Bildungsgesetze, die wir indessen noch keineswegs ermittelt haben. So z. B. nimmt gerade in diesen Fällen das Gehirn aus einem entschieden andern Gebilde des Keimes, aus dem animalen Blatte, seinen Ursprung, als jene Organe der Brust- und Bauchhöhle, die sich im Gefäß- und vegetativen Blatte entwickeln. Auch ist es durchaus ungerechtfertigt, eine functionelle Abhängigkeit der genannten Organe, wovon ihre Entwicklung abhängig wäre, anzunehmen, und wir müssen uns einstweilen begnügen, hier das Gesetzmäßige anzuerkennen, ohne daß wir das Gesetz selbst auch nur ahnen.

Ich gehe die vorzüglichsten Arten der in diese Ordnung gehörigen Mißbildungen nach Gurlt[1]) durch.

1. Amorphus s. Anideus. Eine gestaltlose Mißbildung aus Haut, Fett und einigen Knochen bestehend, einmal beim Menschen, dreimal bei Kühen beobachtet, immer zugleich mit einem regelmäßigen Zwilling, wird wohl am geeignetsten aus einer frühzeitigen Zerstörung eines regelmäßigen Keimes, der durch den Zwilling beeinträchtigt war, erklärt.

2. Acephalus. Der Kopf fehlt ganz, der übrige Körper ist mehr oder weniger unvollständig, so daß selbst nur ein Bein, beide Beine mit einem Beckenrudiment u. s. w. vorhanden sind. Auch die hierhergehörigen Mißbildungen waren meistens Zwillinge. Auch sie verdanken wohl meist einer Zerstörung und Beeinträchtigung des Keimes durch den Zwilling ihre Entstehung. Indessen konnte auch frühe Wassersucht der Medullarröhre und Zerstörung derselben, besonders der Gehirnzellen, wenigstens die Veranlassung gegeben haben.

3. Pseudacephalus, Paracephalus. Es ist nur ein Kopfrudiment vorhanden, der übrige Körper entweder mehr oder weniger mangelhaft, oder auch vollständig. Auch sie sind meist Zwillinge. Die Entstehungsweise ist wohl wie bei dem Vorigen, nur gewiß noch öfter, in früher Gehirnwassersucht gelegen.

4. Aprosopus. Das Gesicht, namentlich Augen, Nasen und Mund fehlen, die Ohren stehen vorn oder oben verschmolzen, immer ist auch das Gehirn sehr mangelhaft entwickelt. Auch hier fand wahrscheinlich eine Zerstörung, ein Aufplatzen der Medullarröhre, und auch der Rückenplatten in ihrem vordersten Theile in früher Zeit Statt. Dadurch entwickelten sich die Vorderhirnzelle mit Augen und Nase, so wie auch die oberen Bogenstücke der Kopfwirbel, Scheitelbeine, Stirnbeine, nicht, während die Schläfenbeine sich zur Schließung der Wirbel gegen einander neigten. Auch die vordersten Visceralbogen entwickelten sich in Folge davon wahrscheinlich nicht, daher fehlt der Unterkiefer und die Gesichtsknochen, und die äußeren Ohren, hervorgehend aus dem zweiten und dritten Visceralbogen, rücken vorn zusammen.

5. Microcephalus. Zu kleiner unvollständiger Kopf, vielleicht ohne Noth von Gurlt von dem Vorigen getrennt, denn auch hier fehlt der größte Theil des Gehirns, Auge und Nase, der größte Theil der Schädel- und Gesichtsknochen und nur der Unterkiefer ist noch vorhanden, zum Zeichen, daß sich auch der erste Visceralbogen entwickelt und erhalten hat.

6. Anophthalmus. Fehlen der Augen. Wohl in der Regel in einer, wahrscheinlich wassersüchtigen Zerstörung der Augenblasen begründet,

---

[1]) Encyclopäd. Wörterb. Bd. XXIV. S. 14 u. folgende.

da die Sehnerven meist rudimentär vorhanden sind, was eine ursprüngliche Entwicklung dieser Augenblasen anzeigt.

7. Mangel der Augenlider. Eine Bildungshemmung, da dieselben sich erst in späterer Zeit entwickeln.

8. Mangel der Iris. Ebenfalls eine Bildungshemmung, da die Iris anfangs fehlt und durch den vordern Rand der Chorioidea ersetzt wird.

9. Anotus. Fehlen der äußeren Ohren, begründet in einer mangelhaften Entwicklung des äußern Theiles der ersten Visceralspalte.

10. Brachyrhynchus. Zu kurze Schnauze; begründet in einem Fehlen der Zwischenkiefer, die sich aus der vordersten Spitze der Balkenfortsätze, der Belegungsmasse der Chorda dorsalis hätten entwickeln sollen.

11. Brachygnathus. Der Unterkiefer ist zu kurz. Bildungshemmung des ersten Visceralbogens.

12. Acormus. Der seltene, nur viermal beobachtete Fall, wo zugleich mit einem oder zwei regelmäßigen Zwillingen nur ein Kopf, allerdings ebenfalls in rudimentärem Zustande geboren wurde. Die Erklärung einer mechanischen Beeinträchtigung der Entwicklung und Zerstörung durch den oder die anderen Fötus ist hier die allein wahrscheinliche.

13. Oligospondylus. Es fehlen einige Wirbel. Dieses muß entweder als eine Abweichung der ursprünglichen Keimbildung, oder als eine Verschmelzung der Rudimente zweier oder mehrer Wirbel betrachtet werden.

14. Acercus. Die Schwanzwirbel fehlen. Eine Hemmung in der Entwicklung dieser zuletzt sich im Keime ausscheidenden Bildung ist hier die wahrscheinliche Ursache.

15. Anaedoeus. Die Geschlechtsorgane fehlen entweder alle, oder nur die äußeren. Auch dieses ist eine Bildungshemmung, durch welche diese Theile gar nicht aus dem Keime ausgeschieden werden.

16. Peromelus und 19. Micromelus. Die Gliedmaßen fehlen oder sind verstümmelt. Auch dieses ist wohl in der Regel eine Bildungshemmung, doch können auch mechanische Einwirkungen, Abschnürung der Glieder die Ursache sein. Ueber den Grad des Mangels wird die Zeit der eingetretenen Bildungshemmung entscheiden. Im Anfange fehlen die Extremitäten ganz; dann erscheint ein Rudiment für die ganze Extremität; dieses scheidet sich in Ober- und Unter-Arm oder -Schenkel, dann das untere Stück in Hand und Vorderarm und Fuß und Unterschenkel.

17. Phocomelus. Mißgeburt mit Robbengliedern; die Hände sitzen an den Schultern, die Füße am Becken; die zwischenliegenden Theile fehlen oder sind nur rudimentär vorhanden. Ist auch eine Hemmungsbildung, oft vielleicht durch wassersüchtige Zerstörung des Gehirns und Rückenmarks bedingt.

18. Perosomus. Verunstaltung des ganzen Körpers auf mannichfache Weise, durch Fehlen einzelner Theile, vorzüglich bei Thieren beobachtet. Wahrscheinlich sind diese Mißbildungen meist durch Beengung des Raums hervorgebracht, wodurch die Entwicklung gestört und gehemmt wird.

19. Endlich fehlen zuweilen einzelne Organe der Brust- und Bauchhöhle, die Leber, die Thymus ꝛc., was entweder als reine Bildungshemmung, oder als Product einer krankhaften Zerstörung betrachtet werden muß.

2. Ordnung. Mißbildung durch Kleinheit der Theile.

Hierhin gehört die Zwergbildung, Nanus, die Kleinheit der Augen, Microphthalmus u. a., welche wohl gewöhnlich in einer ursprünglichen Abweichung des Keimes, oft aber wohl auch in einer Bildungshemmung, durch mangelhafte Ernährung, mechanische Beeinträchtigung ꝛc. begründet sind.

3. Ordnung. Mißbildung durch Verschmelzung, Symphysis.

1. Cyclopia. Mißbildungen mit einem oder mit verschmolzenen Augen an der Stirn. Kommt in fast allen Graden der Verschmelzung beider Augen zu einem einzigen vor. Die Nase fehlt und statt deren findet sich meist ein Rüssel. Siebbeine, Nasenbeine, Thränenbeine, Muscheln, Pflugschaar, Zwischenkiefer, oft auch Oberkiefer, Gaumenbeine, Flügelfortsätze fehlen; der vordere Theil des Gehirns ist immer mangelhaft entwickelt. Diese Mißbildung hat man nach der Ansicht von Huschke, daß beide Augen sich ursprünglich aus einem Urrudimente entwickeln, welches durch die dazwischen tretenden Theile der Nase und des Gesichts in zweie getrennt werde, bis jetzt meist so erklärt, daß eine Bildungshemmung dieser letzteren Theile auch die Nichttrennung der Augen veranlasse. Da ich aber jener Ansicht nicht beitreten kann, sondern mich überzeugt habe, daß beide Augen von Anfang an getrennt aus der vordersten primitiven Hirnzelle hervorbrechen, so muß ich in einer Bildungshemmung dieser letztern, durch welche diese Augenrudimente zu sehr zusammenrücken und verschmelzen, die Ursache der Cyclopie sehen. Die mangelhafte Entwicklung der Hirnzelle hat auch eine mangelhafte Entwicklung der vordersten Partie der Belegungsmasse der Chorda dorsalis und oft auch des vordern Fortsatzes des ersten Visceralbogens zur Folge, welche das Fehlen der Gesichtsknochen bedingt.

2. Monotia s. Agnathus s. Otocephalus. Die beiden Ohren rücken unter dem Schädel mehr oder weniger nahe zusammen und verschmelzen mit einander; der Unterkiefer fehlt, Oberkiefer, Jochbeine, Gaumenbeine, Flügelfortsätze fehlen entweder ebenfalls oder sind mangelhaft entwickelt, der Mund fehlt oder ist sehr klein. Diese Mißbildung halte ich für begründet in einer Bildungshemmung vorzüglich des ersten Visceralbogens, wodurch alle jene Knochen sich nicht oder mangelhaft entwickeln, und daher die Ohren unter dem Schädel mehr oder weniger zusammenrücken. Wären auch die inneren Gehörorgane mit dabei betheiligt, so würde der Grund dafür in einer mangelhaften Entwicklung der dritten primitiven Hirnzelle (vereinigtes Hinterhirn und Nachhirn) zu suchen sein.

3. Monopodia, Sirenenmißbildung. Die beiden unteren Extremitäten sind unter mehr oder weniger vollständiger Entwicklung ihrer einzelnen Theile mit einander verschmolzen. Das Becken, die Geschlechts- und Harnwerkzeuge fehlen, oder sind mangelhaft, der After fehlt immer. Auch dieses ist keine Bildungshemmung in der Art, daß das ursprünglich Einfache nicht geschieden wäre, denn die Keime für beide unteren Extremitäten entwickeln sich jeder für sich; sondern die Mißbildung ist begründet in einer mangelhaften Entwicklung des untern Rumpfendes und seiner Organe, so daß diese Keime zu sehr an einander rücken und in einander fließen.

Die drei hier angeführten Mißbildungen können ebenso gut auch in die erste Ordnung gebracht werden, da bei ihnen Theile fehlen, und dadurch ihre äußere Erscheinung bedingt ist. Da diese indessen das Auffallendere ist, so betrachtet man sie gewöhnlich zusammen in einer gesonderten Abtheilung.

4. Syndactylus. Die Finger und Zehen sind mehr oder weniger unvollständig getrennt. Dieses ist wenigstens unzweifelhaft Folge einer Bildungshemmung, da der Keim für Hand und Fuß, schon wenn er deutlich als solcher erkennbar ist, anfangs keine Spaltung in Finger und Zehen zeigt. Ich wüßte nicht, daß es durch irgend eine Beobachtung näher erwie-

sen wäre, daß diese Mißbildung durch (entzündliche) Wiederverwachsung der getrennt gewesenen Phalangen entstanden sei.

5. Verschmelzung der Nieren, Hoden oder Eierstöcke ist keine Bildungshemmung, da auch diese Organe nicht aus einem einfachen Keime hervorgehen, sondern wahrscheinlich ebenfalls in einer mangelhaften Entwicklung der zwischenliegenden Gebilde begründet, wodurch Verschmelzung der Keime veranlaßt wird.

4. Ordnung. Atresien.

1. Atresia palpebrarum. Die Augenlider sollen gegen Ende des dritten, anfangs des vierten Monates normal mit einander verwachsen, und sich später wieder lösen. Bleibt es bei der Verwachsung, so ist dieses eine Bildungshemmung.

2. Atresia oris. Im vierten Monate sollen nach Burdach die Lippen mit einander verwachsen und den Mund schließen bis zum sechsten, wo sie sich wieder trennen. Doch könnte die Mißbildung auch einen andern Grund haben. Sehr früh neigen sich die Visceralränder des animalen Blattes nach unten gegen einander und bilden durch Vereinigung die Visceralhöhle des Embryo's. Rathke hat die verbindende Masse »untere Vereinigungshaut« genannt. Wenn oben die Visceralbogen hervorbrechen, entsteht erst der obere Eingang in den Nahrungskanal und noch später der Mund. Die Atresie könnte in einem Verharren der Vereinigungshaut ihren Grund haben. In beiden Fällen wäre sie eine Bildungshemmung.

3. Atresia pupillae. Die Pupille ist bis zum siebenten Monate von einer feinen Gefäßhaut der Membrana pupillaris, dem vordern Abschnitt eines die Linse und Linsenkapsel umschließenden Gefäßsackes, verschlossen. Ihr Bestehenbleiben bedingt die Atresia pupillae.

4. Atresia nasi. Auch die Nase soll sich nach Burdach in der fünften Woche mit einem sackartigen Pfropfe schließen, welcher normal im fünften Monate wieder schwindet. Sein Verbleiben würde obige Mißbildung veranlassen.

5. Atresia aurisexternae. Der äußere Gehörgang entwickelt sich aus dem hintern obern Theile der ersten Visceralspalte. Er ist überhaupt noch bis zur Geburt wenig entwickelt. Eine geringe Bildungsabweichung kann leicht zu einer Verschließung Veranlassung geben, obgleich sie zu keiner Zeit normal ist.

6. Atresia ani. Der After ist anfangs nicht vorhanden, auch wenn sich der Enddarm schon gebildet hat. Ein Stehenbleiben auf dieser Stufe würde aber zugleich eine Verschließung der Harn- und Genitalorgane bedingen, da sich deren äußere Oeffnungen alle aus der primären Oeffnung des Enddarmes, einer Cloake, entwickeln. Ist also der After allein verschlossen, so muß dieses in einer spätern Zeit, wenn die Scheidung schon erfolgt ist, begründet sein. Auch giebt man an, daß dieses für eine Zeitlang normal erfolgen soll, wovon ich mich bis jetzt noch nicht überzeugen konnte.

7. Atresia vulvae. Diese wird wahrscheinlich dadurch hervorgebracht, daß auch bei dem weiblichen Geschlechte sich die wulstigen Ränder der äußern Oeffnung des Canalis uvogenitalis an einander legen und mit einander verwachsen, wie es in der Regel nur bei dem männlichen Geschlechte zur Bildung des Hodensackes erfolgt. Wenn der After zugleich fehlt, so ist die Bildung die vorhin erwähnte: Nichtentwicklung der Cloakenöffnung. (Siehe auch unter Zwitterbildungen.)

8. Atresia vaginae. In der Regel durch eine zu starke Entwicklung des Hymens bedingt.

9. Atresia uteri. Diese läßt sich nicht aus der Entwicklungsweise des Uterus, soweit dieselbe bekannt, erklären, und muß als eine Anomalie der Bildung betrachtet oder von entzündlicher Verwachsung abgeleitet werden.

10. Atresia urethrae. Ist bei dem männlichen Geschlechte eine Bildungshemmung, denn die Furche an dem Gliede, aus welcher sich die Harnröhre entwickelt, erstreckt sich nicht auf die Eichel. Im vierten Monate wird normal die Eichel durchbohrt, und ihr Undurchbohrtsein ist also in einer Hemmung dieses Vorganges begründet.

5. Ordnung. Spaltbildungen.

Eine große Zahl von Mißbildungen haben darin ihren gemeinschaftlichen Ursprung, daß der Keim ursprünglich ein flächenhaftes membranöses Gebilde ist, aus welchem sich Höhlen oder Röhren dadurch entwickeln, daß sich die Ränder des Keimes gegen einander neigen und mit einander vereinigen, indem sie dabei eine Höhle in sich einschließen. So entwickelt das animale Blatt des Keimes zwei solche Höhlen oder Röhren, eines zur Einschließung des Centralnervensystems, Gehirn und Rückenmark, ein zweites zur Einschließung der sogenannten Eingeweide an Hals, Brust und Bauch. Die sich gegen einander neigenden Ränder zur Bildung der Schädel- und Rückgradhöhle hat man die Rücken- oder Dorsalplatten genannt, die zur Bildung der Mund-, Brust- und Bauchhöhle bestimmten die Bauch- oder Visceralplatten. Indem nun die Vereinigung der Ränder dieser Platten nicht oder nur unvollständig erfolgt, oder nachdem die Vereinigung eingetreten, durch irgend eine Ursache, in der Regel Wasseransammlung in der gebildeten Höhle, eine abermalige Trennung sich entwickelt, so entsteht daraus eine große Anzahl von Mißbildungen, die sich zunächst eben durch Spaltung der hinteren und vorderen Mittellinien des Körpers charakterisiren, zugleich aber auch meistens mit Zerstörung oder wenigstens Vorfall der einzuschließenden Organe begleitet sind. Hierher gehört:

die Schädelspalte, Hemicephalia;
die Rückgradspalte, Spina bifida;
die Spaltung des Antlitzes;
die Spaltung der Wangen;
die Spaltung des Gaumens;
die Spaltung der Oberlippen;
die Spaltung der Zunge;
die Spaltung an der Brust;
die Spaltung am Bauche;
die Spaltung am Becken, letztere namentlich auch erscheinend als Spaltung der Harnblase, Prolapsus vesicae urinariae und Spaltung des Penis an seiner obern Seite, Epispadia.

Auf gleiche Weise entwickelt sich auch das Darmrohr aus einem flächenhaften Gebilde, dem vereinigten Gefäß und vegetativen Blatte, indem sich durch dasselbe vor der Wirbelsäule eine Rinne entwickelt, die dann durch Aneinanderlegen ihrer Ränder das Darmrohr erzeugt. Darin liegt es begründet, daß auch an dem Darm, dem Magen, Spalten vorkommen können, die sonach als Hemmungsbildungen betrachtet werden müssen.

Andere Spaltbildungen haben ihren Grund in der Nichtschließung gewisser Spalten, die bei der normalen Bildung gewisser Theile vorkommen, sich aber nicht zur rechten Zeit schließen. Dahin gehört:

Die Spaltung der Chorioidea und der Iris. Coloboma iridis.

Bei den Embryonen aller Wirbelthiere findet man in früher Zeit an dem innern untern Augenwinkel einen schmalen pigmentlosen Streifen in der Chorioidea. Er verschwindet gewöhnlich schon, ehe die Iris gebildet wird. Bleibt er aber bis über diese Zeit, so setzt er sich häufig auch durch die Iris fort, und man bemerkt ihn dann noch nach der Geburt. Ich glaube mich überzeugt zu haben, daß diese Bildung ihren Grund in der Art und Weise hat, wie Sehnerve und Bulbus sich aus der ursprünglichen Augenblase scheiden. Der Sehnerve geht dann durch einen Spalt an dem innern untern Rande in die Retina über, und an dieser Stelle wird kein Pigment abgelagert. Nach und nach zieht er sich mehr in den Hintergrund gegen die Axe des Bulbus zurück, und in gleichem Grade schreitet vorn die Bildung der Chorioidea und die Pigmentablagerung fort. Ist dieses nicht erfolgt, wenn die Iris erscheint, so setzt sich der Mangel auf diese fort. Das Coloboma iridis ist daher eine in einer Bildungshemmung der ganzen Ausbildung des Auges begründete Mißbildung.

Spaltung an der Seite des Halses, Fistula colli congenita. Ist begründet in der Bildungsweise der Visceralhöhle des Kopfes. Die Visceralränder des animalen Blattes wachsen hier nicht in einem Continuum nach unten gegen einander, um die Visceralhöhle zu bilden, sondern in Streifen, den sogenannten Visceral- und Kiemenbogen, zwischen denen sich Spalten, die Visceral- oder Kiemenspalten, finden. Diese schließen sich normal schon sehr früh; bleiben sie, so bilden sie obige sehr seltene Mißbildung.

Spaltung der Harnröhre und des Hodensackes, Hypospadia, in verschiedenen Graden der Ausbildung. An der untern Seite des Penis-Rudimentes zieht sich in früher Zeit eine Furche bis zu der gemeinschaftlichen Oeffnung der Harnwerkzeuge und Genitalien hin. Bei dem männlichen Geschlechte legen sich die Ränder dieser Spalte später an einander, verwachsen in einer Nath und bilden hier den Hodensack und die Harnröhre. Erfolgt dieses nur unvollständig oder gar nicht, so entsteht obiger Bildungsfehler, der, wenn der Penis zugleich sehr kurz ist und die Hoden in der Bauchhöhle geblieben sind, zugleich den Anschein weiblicher Bildung, eine Form des Pseudoheromaphroditismus bedingen kann. Hieran schließt sich am besten an:

Die Cloakbildung oder das Zusammenfallen des Afters und der äußern Mündung der Harn- und Geschlechtsorgane. Sie ist in früher Zeit normal, und kann daher durch eine Hemmung in der Entwicklung constant werden. Bei dem männlichen Geschlechte ist sie nothwendig immer mit Hypospadia, meist auch mit Cryptorchismus verbunden.

Zu den Spaltbildungen können wir drittens auch noch das Bestehenbleiben gewisser Communicationsöffnungen zwischen später getrennt sein sollenden Theilen und das Offenbleiben gwisser Kanäle rechnen. Dahin gehören:

Mangelhafte Entwicklung der Scheidewand der Herzkammern und Vorkammern, letzteres das sogenannte Offenbleiben des Foraminis ovalis. Diese Scheidewände bilden sich erst allmälig in dem Herzen, die der Vorhöfe erst vollständig nach der Geburt. Durch eine Bildungshemmung können sie mehr oder weniger fehlen, und bedingen in der Regel Blausucht. Die mangelhafte Entwicklung der Scheidewand der Kammer veranlaßt dann die Bildung des Herzens der Fische und Reptilien, mit Ausnahme der Crocodile. Besonders groß ist gewöhnlich die Aehnlichkeit

mit dem Herzen der Schlangen und Schildkröten. Die Scheidewand der Vorhöfe findet sich vorzüglich nur bei den Fischen nicht.

Ferner Offenbleiben des Processus vaginalis peritonaei, wodurch gewöhnlich entweder Hernia oder Hydrocele congenita veranlaßt wird. In der Regel verschließt sich der Leistenkanal sogleich, wenn der Hoden im siebenten Monate aus der Bauchhöhle herabgestiegen ist und einen Fortsatz des Bauchfelles mit sich genommen hat. Zuweilen erfolgt diese Schließung indessen durch eine Bildungshemmung nicht.

Offenbleiben des Urachus, so daß der Urin aus dem Nabel ausfließen kann. Urachus und Harnblase sind die innerhalb des Embryo's befindlichen Theile der Allantois, welche die Nabelgefäße aus dem Embryo an die äußere Eihaut zur Bildung der Placenta gebracht hat. Sie verschließt sich und verschwindet in der Regel bei dem menschlichen Embryo in ihrem außerhalb des Nabels gelegenen Theile sehr früh. Der innerhalb gelegene entwickelt sich zur Harnblase in seiner untersten Partie, und der von dieser zum Nabel gehende schnürt sich strangartig zusammen zum Urachus. Es ist also eine Bildungshemmung, wenn letzterer offen bleibt.

Offenbleiben des Ductus venosus Arantii. Das sogenante Gefäß ist ursprünglich der sich mit der untern Hohlvene verbindende Stamm der Nabelvene. Später, wenn sich die Pfortader entwickelt hat, und die Nabelvene durch Anastomosen mit dieser ihr Blut größtentheils in die Leber sendet, erscheint jener Stamm mehr als ein Verbindungsast zwischen Pfortader und Nabelvene einer- und Hohlvene andererseits. Nach der Geburt und nach Aufhören des Placentarkreislaufs schließt sich dieses Gefäß gleichfalls. Durch eine Bildungshemmung kann es offen bleiben und dann wird nicht alles Blut der Pfortader in die Leber, sondern ein Theil an ihr vorbei direct in die untere Hohlvene, eben durch den Ductus venosus, gehen.

Endlich kommt noch eine Spaltung der Gliedmaßen, Schistomelus vor, welche gewöhnlich zwischen dem dritten und vierten Finger oder Zehen, bis an die Hand- oder Fußwurzel geht. Dieses ist keine Bildungshemmung, sondern wahrscheinlich von äußeren Ursachen abzuleiten, Gurlt meint: von einer Adhäsion an dem Amnion, wie er es einmal bei einem Hundefötus gefunden habe.

II. Classe.

Mißbildungen, die etwas mehr besitzen, als ihnen der Idee ihrer Gattung nach zukommen sollte.

In diese Classe rechne ich alle die Mißbildungen, welche irgend etwas mehr besitzen, als einem vollkommnen Individuum ihrer Gattung zukommt. Hier findet sich denn eine ganz allmälige Steigerung von der Ueberzahl eines Knochens, eines Fingers, bis zur Entwicklung zweier vollständiger Individuen, die nur noch an irgend einer Stelle ihres Körpers mit einander verbunden sind. Die Reihe, in der diese Vermehrung erfolgt, ist eine so vollständige und allmälige, daß es mir schon aus anatomischem Gesichtspunkte ganz unmöglich erscheint, unter den hierher gehörigen Bildungen eine Trennung zu machen, wie dieses Breschet und Gurlt gethan haben, indem sie Bildungen, bei denen sich nur einzelne überzählige Theile bei einfachem Kopfe und Rumpfe finden, von denen trennen, bei welchen auch letztere doppelt sind, und diese Zwillingsmißbildungen nennen. Das physiologische

Princip haben wir aber bereits überhaupt als Eintheilungsprincip verwerfen müssen, und ich will hier nur nochmals erwähnen, daß anatomischer Exceß, wie wir ihn hier vor Augen haben, nicht immer durch Exceß der Bildungsthätigkeit, sondern selbst durch einen Mangel, eine Hemmung derselben, herbeigeführt worden sein kann.

Außerdem aber glaube ich auch das physiologische Princip, welches man hier zur Begründung der Trennung aufgestellt hat, verwerfen zu müssen. Man will nämlich nur bei den Mißbildungen der ersten Art mit einfachem Kopfe und Stamme einen Exceß der bildenden Thätigkeit zugeben, wodurch einzelne Theile überzählig gebildet werden; bei den eigentlich sogenannten Zwillingsbildungen aber glaubt man ursprünglich doppelte Keime annehmen zu müssen, die verschmolzen seien, so daß also bei ihnen eigentlich ein Mangel an Bildungsthätigkeit gegeben sei, indem jeder Keim für sich nur mangelhaft entwickelt erscheine.

Der Streit über die letztere Frage ist einer der ältesten mit wissenschaftlichen Waffen über die Mißbildungen geführten. Duverney [1]) und Winslow [2]) einerseits, und Lemery [3]) andererseits vertheidigten, jene die Begründung der Doppelmißbildungen in fehlerhaft gebildeten Keimen, dieser in einer Verschmelzung und Verwachsung zweier normaler Keime. Letztere Ansicht fand viele Anhänger, außer den genannten Breschet und Gurlt noch Chaussier und Adelon [4]). Treviranus [5]), C. F. Wolff [6]) und Barkow [7]), halten beide Ansichten für verschiedene Fälle für richtig. Haller [8]) dagegen neigte sich mehr auf die Seite Winslow's, und endlich glaube ich, daß Meckel [9]) die Unmöglichkeit und Unwahrscheinlichkeit einer Verschmelzung mit zureichenden Gründen dargethan hat; wie sich dieser Ansicht denn auch die meisten neueren und genauesten Bearbeiter der Entwicklungsgeschichte, z. B. v. Bär, angeschlossen haben.

Zur Begründung derselben müssen wir auch hier zuerst das schon oben Hervorgehobene geltend machen: daß die Bildungen mit Ueberzahl von der Ueberzahl eines Nagelgliedes an bis zur Ausbildung zweier vollständiger nur an einem Punkte vereinigter Embryonen, eine so vollständige und ununterbrochene Reihe bilden, daß man nur mit dem größten Zwange für die Entstehung der einen eine ganz andere Ursache (nämlich Uebermaß in der Bildungsthätigkeit), als für die andere (nämlich Verschmelzung mit Mangel der Bildungsthätigkeit) annehmen kann. Doch wird Niemand behaupten können, daß ein überzähliges Nagelglied oder Finger durch Verschmelzung zweier Embryonen könne entstanden sein.

Zweitens. Immer und in allen Fällen hängen bei Doppelmißbildungen nur die gleichnamigen Organe, Systeme und Theile zusammen, sowohl die inneren als äußeren. Immer sind Brust mit Brust, Bauch mit Bauch, Kopf mit Kopf, Steiß mit Steiß mit einander verwachsen; immer zeigen nur Gehirn und Gehirn, Gefäße und Gefäße, die Darmkanäle ꝛc. die Verschmelzungen, nie sind die Luftröhre mit der Speiseröhre, Nerven mit Gefäßen, Knochen mit Muskeln ꝛc. mit einander verschmolzen. Ist die-

---

[1]) Mém. de l'acad. des sc. 1706.
[2]) Ibid. 1723 u. 1743. [3]) Ibid. 1738.
[4]) Dictionaire des sc. méd. Vol. XXXIV p. 249.
[5]) Biologie III. S. 443.
[6]) De ortu monstrorum. N. Comment. Petrop. XVII p. 580.
[7]) Monstra animalium duplicia T. II p. 181. [8]) De monstris. III. q. 152.
[9]) Path. Anat. I S. 26. u. ff. und: De duplicitate monstrosa. Pars prima.

ses bei einer immer nur zufälligen, durch äußere Ursachen veranlaßten Verschmelzung und Verwachsung irgend denkbar und erklärbar?

Drittens. Doppelmißbildungen zeigen meistens eine durch die ganze Organisation durchgreifende, nicht bloß auf die unter einander verbundenen Theile sich erstreckende Veränderung. Würde eine zufällige Verschmelzung und Verwachsung solche bedingen können?

Viertens. Diese Doppelmißbildungen kommen ebenfalls in großer Uebereinstimmung und Aehnlichkeit immer wieder vor. Sollten sich äußere Ursachen hierzu immer wieder auf dieselbe Weise combiniren?

Fünftens. Auch Doppelmißbildungen kehren öfter bei derselben Mutter wieder und sind erblich. Daß hier eine bleibende äußere Ursache für die Verschmelzung etwa in der Organisation der Geschlechtstheile der Mutter sich finde, ist nirgends erwiesen, und höchst unwahrscheinlich.

Sechstens. Zu keiner Zeit der Entwicklung ist eine mechanische Verschmelzung der Eier und Embryonen irgend wahrscheinlich zu machen. Immer hat man sich schon dabei auf die frühesten Zeiten berufen, wo man sich dachte, daß die weichen Keime leicht in einander verschmelzen könnten, z. B. bei dem Durchgange durch die engen Eileiter. Allein wir kennen jetzt die Beschaffenheit und früheste Entwicklung der Eier besser, und finden in ihnen die höchste Unwahrscheinlichkeit für eine solche Verschmelzung. Die Zona pellucida, oder die äußere Eihaut, die das Ei umschließt, ist im höchsten Grade ungeeignet dazu, und es wird und kann nie gelingen, zwei Ovula so zusammenzudrücken, daß ihre Dotter oder ihre Keimblasen, oder die Fruchthöfe der letzteren zusammenflössen. Die kleinen Eier erleiden in den Eileitern und dem Uterus, so eng sie sein mögen, keinerlei Gefahr der Art, und liegen bei mehrgebärenden Thieren immer sehr dicht und friedlich bei einander, ohne sich zu gefährden. Sind aber die Embryonen auch nur eben entwickelt, so ist die Verschmelzung an und für sich nicht mehr denkbar und sie sind sogleich in das Amnion eingehüllt, eine Hülle, die gefäßlos, es als specifischen Charakter aufweisen kann, daß sie keine Neigung zu Abhäsionen hat. Sie müßte zuvor durchbrochen sein, ehe sich die Embryonen einander berühren könnten; denn die Fälle, wo Zwillinge in einem Amnion sich befinden, sind zu selten und selbst schwierig zu erklären [1]), als daß man sich auf sie berufen könnte. Wie gering die Neigung zur Verwachsung unter verschiedenen Embryonen ist, zeigen die Fälle von Zwillingen, wo wegen Beengung des Raumes der eine fast ganz platt gedrückt war und doch keine Verwachsung sich entwickelt hatte. Kurz ich kann nur sagen, daß gerade, weil ich mich so genau mit der ersten Entwicklung der Eier beschäftigt habe, ich es für durchaus unwahrscheinlich halte, daß je eine Verschmelzung zweier Eier sollte stattfinden können.

Somit halte ich es denn auch für unmöglich, weder aus anatomischem noch physiologischem Gesichtspunkte, die Mißbildungen mit Ueberzahl der Theile irgend von einander zu trennen, und es bleibt daher zunächst nur noch zu erörtern, auf welche Weise der Ursprung derselben am wahrscheinlichsten zu erklären ist.

Hier nun stehe ich nicht an, zuerst wieder auf eine ursprünglich abweichende Bildung des Eies, vielleicht schon im unbefruchteten Zustande zurückkehren, obgleich selbst Meckel diese Ansicht fallen ließ. Allerdings glaube ich selbst, daß diese Ursache nur für die vollkommneren Doppelbildungen geltend gemacht werden darf, und es unwahrscheinlich wäre, einen

[1]) Siehe meine Entwicklungsgeschichte. S. 151.

überzähligen Finger oder Extremität in einer abweichenden Bildung des Eies schon begründet zu vermeinen. Allein ich habe schon oben erwähnt und daran erinnert, wie es Eier mit doppeltem Dotter giebt, und mitgetheilt, daß ich auch unbefruchtete und befruchtete Eier gesehen habe, in welchen sich eine beginnende Doppelheit des Dotters aussprach, so daß hierdurch, wie durch das Factum der Wiederkehr der Doppelbildungen bei derselben Mutter, so wie durch die Erblichkeit derselben, die Annahme einer ursprünglichen Begründung derselben im Keime vollkommen gerechtfertigt erscheint.

Man hat ferner schon früher eine ungewöhnliche Energie der Bildungsthätigkeit in dem Keime angenommen, durch welche aus demselben sich mehr Theile entwickeln können, als der Idee der Gattung nach ihm zukämen. Man hat an die bekannten Thatsachen der Regeneration und der Vervielfältigung niederer Organismen erinnert. Man weiß, daß Thiere einzelne Theile verlieren können und sie nicht nur wieder ersetzen, sondern sogar überzählig wieder ersetzen. Regenerirte Vorderfüße der Salamander haben zuweilen 5 Zehen statt der normalen 4. Eidechsen, die den Schwanz verloren, reproduciren zuweilen einen doppelten neuen. Ferner ist es bekannt, wie Pflanzen und niedere Thiere sich durch Knospen, Sprossen und Theilung fortpflanzen und vervielfältigen können. Hier muß die Kraft des ältern Ganzen nicht nur so groß sein, daß sie die verloren gegangenen Theile wieder ersetzen, sondern auch noch neue erzeugen kann, an denen sich selbst die ursprüngliche Kraft des Ganzen in seiner Totalität manifestiren kann. Dieses geschieht eigentlich bei jeder Zeugung, scheint aber um so leichter und auf desto einfachere Weise geschehen zu können, auf je wenigere und einfachere Theile die ursprüngliche Kraft vertheilt ist, oder wenn man will, je wenigere sich zu ihrer Manifestation mit einander verbinden müssen. In einem solchen Zustande befindet sich aber bei höheren Organismen sowohl anfangs der Keim des ganzen Wesens, als auch der Keim eines jeden Organes, dessen differente Theile sich erst durch Differenzirung der ursprünglich indifferenten Elementarzellen entwickeln. Es erscheint daher möglich, wie auch bei einem uranfänglich d. h. durch die Zeugung von Vater und Mutter nur einfach gesetzten Keime, sich durch irgend welche Umstände während der Entwicklung eine Vervielfältigung ergeben kann. Betrifft sie den ganzen Organismus, besonders Kopf und Stamm, so muß sie in frühester Zeit, wenn eben der Keim für diese noch indifferent ist, begründet werden. Betrifft sie einen einzelnen Theil z. B. eine Extremität, so muß sie sich zu einer Zeit entwickeln, wo auch der Keim für sie noch vollkommen indifferent war. In ersterer Beziehung müssen wir aber, wie ich glaube, weiter zurückgehen, als dieses Meckel gethan hat. Er meint[1]), der Embryo bestehe anfangs aus zwei seitlich von einander getrennten Hälften, die sich hinten zur Bildung des Centralnervensystems, Rückens ꝛc., vorne zur Bildung von Brust und Bauch und deren Eingeweide mit einander vereinigten. Es sei nun denkbar, daß jede dieser Hälften sich für sich entwickle, und so mehr oder weniger vollständige Doppelbildungen entständen. Ich glaube nicht, daß diese Annahme sich rechtfertigen läßt. Zu dieser Zeit sind die Theile des Keimes schon zu different, um zweien mehr oder weniger vollständigen Individuen den Ursprung zu geben. Wir haben schon das animale und vegetative Blatt getrennt, jenes für die animalen, dieses für die vegetativen Organe als Keim. Die Trennung der Rückenplatten

[1]) Path. Anat. I. S. 40.

durch eine mittlere Linie (Rinne) ist nicht ein Zustand primärer Indifferenz, sondern bereits eingetretener Differenzirung. In dieser Rinne soll sich Gehirn und Rückenmark entwickeln. Es ist gar nicht denkbar, daß jede der beiden Hälften der Rückenplatten, die nun schon die Elemente für ganz andere zukünftige Theile enthalten, jetzt nochmals das Element für neue Partien des Centralnervensystems in sich entwickeln sollten.

Wir müssen daher weiter zurückgehen. Wir können annehmen, daß entweder, wenn die Keimblase und der Fruchthof sich bildet, gleich in diesem Augenblicke die gesteigerte Bildungsthätigkeit einen mehr oder weniger doppelten Fruchthof aus den Dotterelementen entwickelt. Oder es wäre auch noch denkbar, daß, nachdem selbst der Fruchthof sich bereits einfach gebildet, nun eine Trennung oder Spaltung in ihm einträte, wo die Indifferenz noch groß genug, um in jedem Theile noch die Differenzirung zu den ersten Bildungen des Embryo's möglich zu machen.

Es ist Schade, daß das Glück oder der Zufall noch keinem Beobachter Eier aus diesen Perioden in die Hände geführt hat, oder daß sie nicht auf dieselben geachtet, welche diesen Annahmen objective Wahrheit ertheilen könnten. Zwar haben wir mehre sehr schätzbare und wichtige Beobachtungen über Doppelbildung aus frühester Zeit, die für dieselben die größte Bedeutung haben, allein sie sind doch leider schon aus einem etwas zu vorgerückten Stadium.

So beschreibt C. F. Wolff[1]) einen Fall von einem in seinem Dotter und Eiweiße einfachen und normal großen Hühnereie, vom sechsten Tage der Bebrütung, in welchem sich zwei mit der vordern Fläche ihres Körpers einander entgegengewandte Embryonen fanden, die sich mit den Köpfen berührten, mit den Darmkanälen in dieselbe Dotterhaut übergingen, in ein und derselben venösen Figur lagen und von einem Amnion umhüllt wurden.

Noch interessanter ist die Beschreibung einer Doppelbildung beim Hühnchen von v. Bär[2]) am Anfange des dritten Tages (52—54ste Stunde). Auch hier lagen beide Embryonen in demselben durchsichtigen Hofe, welcher eine kreuzförmige Gestalt hatte. Die Embryonen waren mit dem Kopfe und zwar mit dem vordern Theile des Gehirns mit einander verwachsen, während sie mit dem hintern Theile des Körpers von einander abstanden und in der Ebene der Keimblase lagen. Die Darmplatten waren noch nicht geschlossen, ebenso auch die Bauchplatten noch nicht, und letztere gingen bei beiden Embryonen unmittelbar in einander über. Die Herzen waren doppelt. v. Bär beweiset genau, wie hier an eine Verwachsung gar nicht zu denken gewesen, sondern offenbar der Grund der Doppelbildung schon in der Keimanlage begründet sein mußte; ferner wie auch die Entwicklung aller Doppelbildungen aus zwei in einer Ebene liegenden Keimanlagen, sei die spätere Verschmelzung, welche sie auch immer wolle, erklärbar, mit Ausnahme der Verwachsung in der vollen Ausdehnung des Rückens, wovon indessen kaum hinreichend beglaubigte und genau untersuchte Beobachtungen bekannt sind.

Endlich haben wir neuerdings eine Notiz von zwei Zwillingsbildungen durch Reichert erhalten, deren genauere Beschreibung noch zu erwarten ist. Die eine, eine Zwillingsmißbildung, fand sich bei einem Hühnereie von der Mitte des dritten Tages der Bebrütung. Auch hier lagen beide Embryonen auf einer und derselben Dotterkugel, waren mit ihren Kopfenden ver-

---

[1]) Nov. Comment. Petropol. T. XIV. P. I. p. 456 seqq.
[2]) Meckel's Archiv. 1827. S. 576.

wachsen und gingen nach hinten divergirend aus einander. Beide hatten ein gemeinschaftliches hufeisenförmiges Herz und eine gemeinschaftliche Area vasculosa. — Der andere Fall betraf ein Ei eines Flußkrebses mit einer normalen Zwillingsbildung. Beide Embryonen befinden sich auch hier auf demselben Dotter einer hinter dem andern in dem (?) Durchmesser des Eichens, so zwar, daß sie das Schwanzende einander zukehren, und durch einen kleinen Zwischenraum getrennt sind. Beide Embryonen waren bis zur Anlegung der fünf Maxillen vorgeschritten, Mund und Afteröffnung angedeutet.[1])

Alle diese Fälle sind aus so früher Zeit, und doch die ganze Anordnung schon so entschieden in allen Theilen ausgeprägt, daß sie auf das bestimmteste darthun, daß die Ursache der Mißbildung entweder und am wahrscheinlichsten eine ursprüngliche oder zum wenigsten in der allerfrühesten Zeit begründete sein mußte. Verdoppelung einzelner Theile und Organe wird auch noch in späterer Zeit möglich sein, so lange der Keim zu derselben noch ein indifferenter ist. Dahin möchte der Fall von Valentin[2]) zu zählen sein, welcher bei einem zweitägigen Hühnerembryo durch Spaltung des hintern Endes nach 5 Tagen Verdoppelung des Beckens und der hinteren Extremitäten hervorgebracht sah.

Es kommen aber noch andere Arten von Doppelbildungen oder Bildungen mit einem Uebermaß vor, welche noch einer besondern Erwähnung und Erklärung bedürfen. Dieses sind die Doppelmißgeburten durch sogenannte Einschließung oder Einpflanzung, das ungewöhnliche oder zeugungsartige Mehrfachwerden, Diplogenèse par pénétration. Hier findet man entweder einen zweiten unvollkommnen Fötus im Innern des größern an irgend einer Stelle desselben eingeschlossen, Foetus in foetu; oder ein Fötus ist mit einem andern durch eine mehr oder weniger vollständige Nabelschnur und Placenta an einer Körperstelle, bis jetzt Hirnschädel oder Gaumen, verbunden.

Diese höchst merkwürdigen und seltenen Fälle lassen sich, wie es scheint, nur dadurch erklären, daß ein Ei in dem andern ursprünglich eingeschlossen war, also Ovum in ovo. Wenigstens können sie schwerlich durch Einschließung eines Eies in ein anderes während der Entwicklung veranlaßt, vielleicht durch eine Superfötation erklärt werden. Da der Fötus nie und zu keiner Zeit nackt und bloß zu Tage liegt, sondern entweder von der ursprünglichen Eihaut, der Zona pellucida oder Dotterhaut, oder wenn diese nach Bildung der serosen Hülle, aber immer erst, nachdem diese vollendet ist, verschwindet, doch von dieser und außerdem von dem Amnion eingeschlossen ist, so ist zu keiner Zeit eine Möglichkeit gegeben, wie ein zweites Ei in den innern Eiraum gelangen könnte; so daß daher auch an eine Einschließung desselben durch den ältern Fötus, obgleich dessen Visceralhöhle nicht geschlossen ist, nicht gedacht werden kann.

Da Beispiele von Ovum in ovo wenigstens bei Vögeln bewiesen sind, so scheint mir diese Erklärung wahrscheinlicher, als die von Meckel[3]) wenn gleich mit allen Waffen der Wissenschaft und des Scharfsinnes vertheidigte, daß der eingeschlossene Parasit ein Zeugungsproduct des ältern sei. Wenn sich Meckel dabei gleich auf die Fälle frühzeitiger Pubertät, auf die Bildung von Haaren Knochen und Zähnen ohne eigentlichen Zeugungsact, auf die Erscheinungen geschlechtloser Vermehrung und Fortpflanzung und endlich auf die Regenerationen beruft, so scheint mir

[1]) Froriep's N. Notizen, Nro. 485. S. 10. [2]) Repertorium II. p. 169.
[3]) Path. Anat. II. S. 83.

doch von Allem diesem der Schluß auf einen Zeugungsact durch einen Fötus einer höhern Thiergattung oder gar des Menschen, der eine Bildung seiner eigenen Art hervorbringt, weder durch die vorliegenden Beobachtungen näher gerechtfertigt, noch weniger kühn, als die Annahme eines durch die Beobachtung als möglich und wirklich dargethanen Ovum in ovo. Unter den mitgetheilten hierhin gehörigen Fällen befinden sich einige, wo man diese Mißbildung schon bei frühen Embryonen fand, z. B. einer, wo der größere Fötus aus dem dritten Monate war [1]), und ein anderer von Fattori bei einem siebenmonatlichen weiblichen Fötus [2]). Hier kann doch wohl an eine zeugungsartige Production gar nicht gedacht werden. Die geschlechtlose oder eingeschlechtige Zeugung ist durch die fortschreitenden Untersuchungen der Naturforscher sehr beschränkt worden. Eine Knospen- oder Sprossenbildung in der Art, wie sie hier anzunehmen wäre, würde aber wohl ohne alle Analogie sein.

Endlich habe ich schon oben erwähnt, daß eine Vermehrung und Ueberzahl der Theile zuweilen auch in einer Bildungshemmung ihren Grund haben kann, z. B. ächte Divertikel am Darm, als Ueberbleibsel des Ductus omphalo-mesentericus, doppelte Stirnbeine, Ossa Wormiana am Schädel, doppelter Uterus ꝛc.

Ich komme daher zu dem Schluß, daß Mißbildungen mit einer Ueberzahl der Theile ihren Grund haben können:

1. In einer ursprünglichen Bildung des Keimes.
2. In einer ungewöhnlich energischen Entwicklung eines ursprünglich einfachen Keimes, veranlaßt vielleicht durch äußere Ursachen.
3. Durch Ovum in ovo.
4. Durch Bildungshemmung.

Ich will jetzt nun noch die vorzüglichsten der hier in diese Classe gehörigen Mißbildungen namhaft machen, ohne mich aber auf ihre nähere Beschreibung einzulassen, indem es auch unnöthig sein wird, bei den einzelnen nochmals auf ihre wahrscheinlichste Entstehungsursache aufmerksam zu machen. Auch sie können zur bequemern Uebersicht in mehren Ordnungen gebracht werden.

1. Ordnung. Mißbildung durch Ueberzahl einzelner Theile bei einfachem Kopf und Rumpf.

Dignathus. Mißbildung mit einem zweiten Unterkiefer.

Polycerus. Thier mit überzähligen Hörnern.

Caudatus. Menschlicher Fötus mit einem schwanzähnlichen Fortsatz am Kreuzbeine.

Polydactylus. Mißbildung mit überzähligen Fingern.

Notomeles. Mißbildung mit überzähligen Gliedmaßen am Rücken.

Pygomeles. Mit überzähligen Gliedmaßen am Steiß.

Gastromeles. Mit überzähligen Gliedmaßen an der vordern Körperfläche.

Melomeles. Mit überzähligen Gliedern an den normalen Extremitäten.

1. Vermehrung der Schädelknochen.
2. Vermehrunng der Wirbel.
3. Vermehrung der Rippen.
4. Vermehrung der Muskeln.
5. Ueberzahl der Zähne.
6. Doppelte Zunge; sie liegen immer über einander.

[1]) Hamburger Magazin Bd. II. [2]) Meckel, path. Anat. II. Seite 78.

7. Doppelte Speiseröhre.
8. Wahre Divertikel am Darme.
9. Doppelter Blinddarm und Wurmfortsatz.
10. Doppelter Bauchspeicheldrüsengang.
11. Doppelter Gallengang.
12. Mehrfachwerden der Milz.
13. Doppeltes Herz.
14. Mehrfachwerden der Nieren, wahrscheinlich begründet in einer Bildungshemmung.
15. Doppelte Harnleiter.
16. Doppelte Harnblase.
17. Dreizahl der Hoden.(?)
18. Doppelte Ruthe und Kitzler.(?)
19. Doppelter Uterus, als Uterus duplex, Uterus divisus und Uterus bicornis. Diese Mißbildungen sind durchaus als Bildungshemmungen zu betrachten, da der Körper des Uterus sich erst später ausbildet, und auch der menschliche weibliche Fötus in der That in früher Zeit durch die relativ stärkere Entwicklung des untern Endes der Eileiter einen mehr oder weniger doppelten Uterus zu haben scheint.
20. Hoden und Eierstöcke, Samenleiter, Samenblasen, Trompeten, Uterus ꝛc. in demselben Individuo (Hermaphroditismus mit vermehrter Zahl der Theile)? (Siehe unten.)
21. Ueberzahl der Brüste.

2. Ordnung. Zwillingsmißbildungen mit doppeltem Kopf und Rumpf.

a. Oberes Doppeltwerden.

Heteroprosopus. Mit zwei Gesichtern.

Dicranus. Mit doppeltem Schädel.

Monocranus. Einfacher Schädel, zum Theil doppeltes Antlitz, doppeltes Gehirn, drei oder vier Augen.

Diprosopus.

Dicephalus. Mit zwei Köpfen.

Thoraco-Gastrodidymus. Zwei Köpfe und Hälse, Brust und Bauch verschmolzen, vier obere Extremitäten, zwei oder drei untere.

Gastrodidymus. Kopf, Hals, Brust, obere Extremitäten doppelt, Arm, Bauch und Becken verschmolzen, zwei oder vier untere Extremitäten.

Hypogastrodidymus. Am Unterbauch vereinigte Zwillinge; alles Andere doppelt; die vier unteren Extremitäten stehen zwei und zwei in einem rechten Winkel nach den Seiten ab.

Pygodidymus. Zwei vollkommen getrennte Körper, die mit ihren hinteren Flächen am Kreuz- oder Steißbeine zusammenhängen. Hierhin gehörten die beiden bekannten ungarischen Schwestern Helena und Judith, die im Jahre 1701 geboren und 22 Jahre alt wurden.

b. Unteres Doppeltwerden.

Dipygus. Der Kopf, Hals und Brust einfach, die Bäuche und der hintere Theil des Körpers getrennt, zwei oder vier obere, immer vier untere Extremitäten.

Heterodidymus s. Heteroadelphus, sogenannte Parasitenbildung. Ein größerer regelmäßig gebildeter Körper trägt einen mehr oder weniger unvollständigen an der Brust oder am Oberbauche.

Dihypogastricus, sogen. Janusbildung. Mißgeburt mit doppeltem, vom Nabel abgetrenntem, oberhalb mehr oder weniger verschmolzenem Körper.

Symphysocephalus. An dem Kopf vereinigte Zwillingsmißgeburten.

c. Unteres und oberes Doppeltwerden.

Diprosopusdiaedoeus Gurlt. Zwei Köpfe an den Seiten verbunden, Brust und Bauch verbunden, zwei oder vier obere Extremitäten, Harn- und Geschlechtsorgane und untere Extremitäten doppelt.

Hemipages. Geoff. Die Köpfe nur oberflächlich an der Seite vereinigt, Hals, Brust und Bauch bis an den Nabel verschmolzen, Becken getrennt, vier obere und vier untere Extremitäten.

Thoracodidymus. Zwei getrennte Körper, an der Brust verbunden. Hierhin ein Fall von Burtorf, in welchem die Mißbildung 23 Jahre alt wurde.

Xiphopages. Zwei ganz getrennte, nur in der Gegend des Schwertknorpels verbundene Körper. Hierher gehören die sardinischen Zwillingsschwestern Ritta und Christina [1]) und die beiden noch lebenden siamesischen Zwillingsbrüder Chang und Eng.

3. Ordnung. Doppelmißbildungen durch Einpflanzung.

Foetus in foetu. Der größere vollständige Fötus trägt an irgend einer Stelle unter der Haut oder in seinen Körperhöhlen einen zweiten kleinern stets unvollständigen.

Omphalo-Cranodidymus. Die Nabelschnur oder das Rudiment des einen Fötus wurzelt im Hirnschädel des andern.

Epignathus. Ein unvollkommner Fötus wurzelt mit seinen Blutgefäßen in dem Gaumen eines vollkommneren.

4. Ordnung. Dreifache Mißbildungen, Monstra triplicia.

Sind früher bezweifelt worden, jetzt aber durch mehre Beobachtungen sicher erwiesen.

III. Classe.

Mißbildungen, deren Organisation der Idee ihrer Gattung nicht entspricht, ohne daß ihnen hierzu etwas fehlte oder sie etwas zu viel besäßen.

Die Charakteristik dieser Classe hat allerdings den Fehler, daß sie vorzüglich in negativen Merkmalen begründet ist. Man hat freilich auch positive dafür gebraucht, wie Fabrica aliena, Situs mutatus, von denen aber nur der letztere Ausdruck eine entschiedene Bezeichnung enthält. Doch wird sich ein solcher Uebelstand nicht vermeiden lassen und doch zu keinen großen Schwankungen veranlassen, da man im Ganzen doch bald darüber übereinkommen wird, ob eine Bildung einen Mangel oder einen Ueberschuß oder keinen von beiden darbietet.

Da der Natur der Sache nach sehr verschiedenartige Dinge in diese Classe kommen werden, so ist es auch begreiflich, daß die wahrscheinlichen Ursachen ihrer Entstehung sehr mannichfach sein werden. Wir werden hier für manche Bildungen keinen andern Grund angeben können, als eine Anomalie der Bildungsthätigkeit, die vielleicht in einer primären Configuration des Keimes begründet sein kann. In anderen, wenn gleich wenigen Fällen, wird sich Krankheit als Ursache annehmen lassen. Doch glaube ich, daß die

[1]) Serres, mém. de l'acad. roy. Tom. XI. 1832.

Mehrzahl aus der Entwicklungsgeschichte und zwar als Bildungshemmung wird erklärt werden können, und hier dürfen wir noch immer weitere Fortschritte erwarten, je mehr sich unsere Kenntniß der normalen Vorgänge erweitert.

Ich möchte für diese Classe folgende Ordnungen aufstellen:

1. Ordnung. Veränderung der Lage der Organe.
Situs mutatus.

Aufhebung der seitlichen Asymmetrie: z. B. Beide Lungen haben nur zwei Lappen, die Leber liegt in der Mitte, ebenso das Herz ꝛc. Diese könnte man als Bildungshemmungen betrachten, da diese Organe anfangs in der That in der Mittellinie des Körpers sich befinden und symmetrisch gebildet erscheinen.

Verwechselung von links und rechts. Der Blinddarm befindet sich auf der linken Seite, das Herz auf der rechten, alle Organe der Brust oder des Bauches oder beide haben ihre Lage von rechts nach links und umgekehrt geändert. Dafür ist schwerlich eine Ursache anzugeben. Es scheint, daß bei allen Embryonen in früher Zeit sich die Nabelblase, nachdem der Darm sich entwickelt hat, nach links, die Allantois nach rechts wendet. Dadurch wird eine eigenthümliche spiralige Drehung des Embryo bewirkt, die vielleicht auch auf die Lage der inneren Organe influirt. Es wäre denkbar, daß eine Veränderung in der Lage jener Eiblasen auch eine Ursache zu Lagenveränderung der Organe sei.

Verwechselung von oben und unten. Die Organe der Brust liegen in dem Bauche, die des Bauches in der Brust. Dafür weiß ich keine wahrscheinliche Ursache aus der Entwicklungsgeschichte anzugeben.

Verwechselung von vorne und hinten, z. B. an den Zähnen, Verdrehung der Extremitäten ꝛc.

2. Ordnung. Abweichungen in der Form der Organe.

Varietäten in der Theilung der Lunge in Lappen. Oft wie bei bestimmten Thieren.

Vielgelappte Leber. Wie bei vielen Thieren.

Gelappte Niere. Eine Bildungshemmung und wie bei mehren Thieren.

Schiefheit des Uterus. Vielleicht auch eine Bildungshemmung auf einer Seite.

Eiförmige, senkrechte Pupille. Wie bei einigen Thieren.

Herz mit zwei Spitzen. Eine Bildungshemmung, indem bei dem Embryo in früher Zeit beide Kammern viel stärker von einander getrennt sind, als später und beim Geborenen.

3. Ordnung. Abweichungen in dem Ursprunge und der Vertheilung der Arterien und Venen.

Hier führe ich nur einige wenige der hierhin gehörigen Abweichungen an.

Es entspringt nur ein Gefäßstamm aus dem dann auch in seinen Kammern nicht getrennten Herzen.

Die Aorta entspringt mit der Art. pulmonalis meist gleichfalls bei mangelhafter Entwicklung der Scheidewand der Kammern, aus der rechten, oder zum Theil aus der rechten, zum Theil aus der linken Herzhälfte.

Die Art. pulmonalis entspringt links, die Aorta rechts.

Der sogenannte Ductus arteriosus ist offen geblieben, d. h. die rechte Aorta blieb permanent.

Die aus der Aorta entspringenden großen Gefäßstämme zeigen viele Varietäten. Ebenso weichen fast alle Arterienstämme häufig in ihrem Ursprunge ab, welche Verschiedenheiten hier aufzuführen nicht der Platz ist.

Es findet sich zuweilen nur eine Hohlvene, oder es sind zwei obere Hohlvenen vorhanden; die Nabelvene geht unmittelbar in das Herz, es finden sich zwei gleich große Venae azygeae u. dgl. mehr.

Diese Gefäßvarietäten sind sowohl für die Entwicklungsgeschichte höchst interessant, als sie oft von praktischem Interesse sind. Allein es würde mich zu weit führen, sie alle einzeln durchzugehen. Und dennoch wäre dieses nothwendig, um zu zeigen, daß sie größtentheils Bildungshemmungen sind. Hierzu kennen wir die Entwicklung des Gefäßsystems noch nicht hinlänglich, um dieses für alle Fälle nachweisen zu können. Für viele ist dieses aber vollkommen ausführbar. Wir wissen, daß Arterien und Venen vielfache Metamorphosen durchlaufen, daß Gefäße, die sich ursprünglich entwickeln, sich theils weiter bilden, theils auf einer gewissen Stufe stehen bleiben, und sehr unscheinbar werden können, theils ganz verschwinden, indem die Organe von anderen Seiten ihr Blut zugeführt erhalten. Für die Venen sind unsere Kenntnisse hiervon durch Rathke's treffliche Arbeiten schon weiter gediehen, als für die Arterien. Von diesen kennen wir nur die Metamorphosen der aus dem Herzen austretenden Stämme, und auch diese bei den Säugethieren und Menschen nur unvollkommen. Die Varietäten entstehen, indem Gefäße, die sich weiter ausbilden sollten, in ihrer Entwicklung stehen bleiben, und andere, die unbedeutend hätten bleiben sollen, sich dafür stärker entwickeln, oder indem solche, welche hätten verschwinden sollen, sich erhalten und zunehmen. Sehr oft sehen wir dadurch Typen hervorgebracht, die der Idee der Gattung nicht angehören, sondern der einer andern, und die meisten Varietäten beim Menschen sind daher normale Bildungen bei Fischen, Amphibien, Vögeln und Säugethieren. Sie sind einer der schönsten Belege der von v. Bär ausgesprochenen Wahrheit, daß der ursprüngliche Typus bei den Embryonen der Wirbelthiere meist in allen Classen derselbe ist, die Verschiedenheiten aber durch die verschiedene Entwicklung dieses Typus hervorgebracht werden. Werden wir einst diese Verschiedenheiten der Entwicklung des Typus vollständig kennen, dann werden wir wahrscheinlich auch eine vollständige Erklärung aller Varietäten des Gefäßsystems des Menschen geben können.

4. Ordnung. Zwitterbildungen.

Zwitter würden wir nach Analogie der niederen Thiere solche Mißbildungen nennen müssen, bei welchen in einem und demselben einfachen Individuo die Geschlechtsorgane beider Geschlechter mehr oder weniger vollständig vereinigt vorkommen. Solche sind nun seit alten Zeiten sehr oft und mannichfach beschrieben worden. Ich halte aber das meiste hierüber selbst bis in die neueste Zeit Mitgetheilte und bis zur Zeit ihrer Erscheinung in einer trefflichen Abhandlung von Meckel [1]) Gesammelte, mit J. Müller [2]) für sehr zweifelhaft und unzuverlässig. Die große Aehnlichkeit der Geschlechtsorgane beider Geschlechter in früher Zeit, der übereinstimmende Typus in der Entwicklung beider, die Concurrenz der Wolff'schen Körper, die irrigen Ansichten, welche man über die ursprüng-

[1]) Reil's Archiv XI. S. 263—340. [2]) Bildungsgeschichte der Genitalien S. 121.

liche Identität beider Geſchlechter hegte, ſind ſo viele Quellen von Irrthümern in dieſer Hinſicht, daß es leicht einleuchtend zu machen iſt, wie eine ganz genaue Kenntniß der Entwicklungsgeſchichte der Genitalien, und eine ſorgfältige Unterſuchung der Elementarſtructur der betreffenden Organe erforderlich iſt, um ein ſicheres Urtheil abzugeben: Bedingungen und Forderungen, die an die meiſten bisher bekannt gewordenen Beobachtungen zu machen, kaum gerecht ſein würde. J. Müller hat die angegebenen Fälle von gleichzeitigem Vorhandenſein von Hoden und Eierſtock auf derſelben Seite ſchon ſo kritiſirt, daß kaum noch Jemand deren Zuverläſſigkeit zuzugeben geneigt ſein dürfte. Das Vorkommen von Hoden auf einer und Eierſtock auf der andern Seite hat derſelbe zugegeben, weil dieſe Form der Zwitterbildung bei niedern Thieren, z. B. Inſecten, nicht ſo ſelten ſei, und weil endlich ein von Rudolphi [1]) vom Menſchen beſchriebener Fall denſelben bewieſen. Auf die Analogie niederer Thiere iſt aber in dieſem Falle nicht ſo viel zu geben, und leider ſoll nach neuerer Unterſuchung und Mittheilung an jenem von Rudolphi beſchriebenen Falle, welcher außerdem das zur Entſcheidung unentbehrliche Mikroſkop nicht anwandte, der für Hoden gehaltene Körper nicht mehr aufzufinden ſein.

Nun werden freilich noch viele andere Fälle mitgetheilt, wo zu gleicher Zeit Theile der übrigen Genitalien entweder auf der einen Seite männliche, auf der andern weibliche, oder auf beiden Seiten männliche und weibliche vorhanden geweſen ſein ſollen. Allein auch für dieſe giebt es aus der Entwicklungsgeſchichte ſo mannichfache wahrſcheinliche Erklärungen, wie dieſer Anſchein theils durch Bildungshemmung, theils durch Modification in dem individuellen Entwicklungstypus entſtanden ſein kann, daß ich mich auch hier kaum entſchließen kann, eine unbedingte Zugabe zu machen. Die Entwicklungsweiſe des Uterus, der Samenblaſen, der Proſtata und der Cowper'ſchen Drüſen bei beiden Geſchlechtern, hat ſelbſt noch bei den beſten Schriftſtellern, J. Müller, Rathke, Valentin ꝛc., ſo manches Zweifelhafte, daß ſelbſt für die normale Analogie Bedenklichkeiten genug vorhanden ſind. Wie kann da über Abweichungen von dieſem Typus ein zuverläſſiges Urtheil, ſelbſt von den Beſtunterrichteten, deren Zahl nicht groß ſein möchte, gefällt werden?

Iſt meine Anſicht von den ſogenannten Zwitterbildungen richtig, ſo giebt es ſtreng genommen keine ſolche in den höheren Thierformen und beim Menſchen, d. h. es giebt kein gleichzeitiges Vorkommen von Hoden und Eierſtöcken in einem und demſelben einfachen Individuo. Es giebt nach dieſen weſentlichſten Organen nur männliche und weibliche Individuen. Aber durch eine Anomalie in dem Entwicklungstypus der in ihrem Keime bei beiden Geſchlechtern einander ſehr ähnlichen übrigen Organe, können dieſe bei einem männlichen Individuo mehr oder weniger die weibliche Form, und umgekehrt bei einem weiblichen die männliche, oder eine aus beiden combinirte angenommen haben. Demnach gehören die ſogenannten Zwitterbildungen in dieſe dritte Claſſe der Mißbildungen. Iſt dieſe Anſicht nicht richtig, ſo würden ſie zum Theil in die zweite Claſſe gerechnet werden müſſen, weil ſich bei ihnen ein anatomiſcher Ueberſchuß vorfindet; zum Theil würden ſie immer dieſer dritten Claſſe angehören, da der Charakter vieler weder ein anatomiſcher Mangel noch Ueberzahl, ſondern eine Abweichung von dem Typus iſt. Dieſe Trennung iſt aber bei den ganz allmäligen Uebergängen wieder eine ganz unnatürliche, weßhalb denn auch Meckel eine eigene Claſſe aus ihnen

[1]) Abhandlungen der Akademie der Wiſſenſchaften in Berlin. 1825.

bildete, was wieder inconsequent war, da die große Mehrzahl von ihnen offenbare Hemmungsbildungen sind.

Da ich indessen diese meine Ansicht nicht durch zahlreiche Erfahrungen unterstützen, auch hier nicht einmal eine Kritik der das Gegentheil scheinbar darthuenden Beobachtungen geben kann, weil sie zu weit führen würde, so will ich hier eine Uebersicht der Zwitterbildungen nach der gewöhnlichen Ansicht folgen lassen, indessen mit der auch dabei durchaus nothwendigen Andeutung der Kritik der verschiedenen angenommenen Arten derselben.

Zuerst glaube ich demnach, daß dabei Individuen mit durchweg weiblichen Organen, aber männlichem Habitus, und ebenso solche mit vollständig männlichen Organen mit weiblichem Habitus, z. B. selbst einfach zu kleiner Penis oder zu große Clitoris, gänzlich von den zwitterhaften Mißbildungen auszuschließen sind. Man könnte einen Castraten ebenso gut so benennen. Die übrigen würden meiner Ansicht nach in drei Reihen zerfallen:

I. Art. Solche, die, obgleich dem wesentlichen Organe, Hoden oder Eierstöcke, nach männlich oder weiblich, dennoch durch eine Anomalie oder Hemmung in der Entwicklung in den übrigen Organen mehr oder weniger einen weiblichen oder männlichen Typus darbieten. Hierhin sind zu rechnen:

1. Die Hypospadie in allen Graden, bis zur Bildung eines einer Scheide ähnlichen Canales und als Analogie davon Verschließung der Scheide in einer Naht bis zum gänzlichen Mangel der Scheide und Durchbohrung der Clitoris von der Harnröhre.

2. Cryptorchismus und das diesem analoge Herabsteigen der Eierstöcke in die großen Schaamlippen, oftmals mit dem vorigen gebunden.

Diese Anomalien in den höheren Graden geben den sogenannten Hermaphroditismus transversalis, d. h. äußere weibliche, innere männliche, oder äußere männliche, innere weibliche Geschlechtstheile. Der erstere Fall ist weit häufiger als der letztere, weil zu ersterem sich in der Entwicklung der männlichen Organe nur eine Hemmung zu ereignen braucht, um den weiblichen Typus hervorzubringen, während zu letzterem eine Weiterbildung des weiblichen Typus über seine normale Ausbildung erforderlich ist.

3. Vorkommen eines dem Uterus ähnlichen Organes bei dem männlichen Geschlechte, und das diesem analoge Fehlen des Uterus bei dem weiblichen oder das Gespaltensein des Uterus in geringerem oder höherem Grade. Aus den Endstücken der Ausführungsgänge der keimbereitenden Organe und ihrer Einmündung in die hintere Wand der Allantois entwickeln sich bei dem männlichen Geschlechte Samenblasen, Vorsteherdrüse und Cowper'sche Drüsen, bei dem weiblichen Uterus und Scheiden-Gewölbe. Aus dem ersten Rudimente dieser Organe kann sich bei dem männlichen Geschlechte ein uterusartiges Organ bilden; eine Bildungshemmung bei dem weiblichen veranlaßt das Fehlen des Uterus oder seine Theilung. Gerade hier aber ist, wie ich schon erwähnte, noch die meiste Aufklärung zu suchen und wahrscheinlich auch zu finden.

II. Art. Hermaphroditismus lateralis. Auf einer Seite befindet sich ein Hoden mit Vas deferens und Samenblase, auf der rechten ein Eierstock mit Trompete und Uterus. Ich halte, wie gesagt, diese Fälle [1]), was Hoden und Eierstock betrifft, für unzuverlässig. Die übrigen Abweichungen würden diese Mißbildungen nur in die vorige Classe verweisen, indem bei ihnen nur der Unterschied einer einseitigen Anomalie sich fände.

III. Art. Doppelgeschlechtiger Zwitter. Androgynus.

[1]) S. Meckel, Path. Anat. II. S. 213. Rudolphi, l. c. Archiv für Thierheilkunde. II. S. 204. J. C. Mayer, Casper's Wochenschrift. 1835. Nr. 7.

Hierhin würden diejenigen Mißbildungen gehören, bei welchen sich gleichzeitig männliche und weibliche Geschlechtstheile auf derselben Seite finden. Meckel hat in seiner schon erwähnten Abhandlung S. 323—338 die bekannten Fälle zusammengestellt, und bei Gurlt [1]) finden sich noch einige von Thieren. Am schwächsten wird durch sie das gleichzeitige Vorhandensein von Hoden und Eierstöcken dargethan, indem kein einziger Fall die nöthige Garantie der genauen Untersuchung darbietet. Was die übrigen Organe betrifft, so habe ich, wie gesagt, die Vermuthung, daß sich die scheinbare Duplicität aus der normalen Entwicklungsgeschichte wird erklären lassen, wozu dieselbe indessen vielleicht selbst noch einer weitern Ausbildung bedarf. —

Nachdem ich nun in dem Vorhergehenden eine Uebersicht der Hauptarten der Mißbildungen und eine Andeutung über ihre Entstehung gegeben habe, so weit mir dieses in gegenwärtigem Artikel ausführbar schien, so ist mir nun noch übrig, auf den Werth und die Beziehungen des Studiums der Mißbildungen mit einigen Worten aufmerksam zu machen. Dieselben sind zum Theil allgemeinerer Art und betreffen unsere Erkenntniß der Bildungsgesetze der organischen Natur überhaupt; zum Theil ist es der Einfluß auf die specielle Entwicklungsgeschichte, Physiologie, Psychologie, Pathologie und praktische Medicin, auf welche ich hinweisen will.

Eine der wichtigsten allgemeinen Folgen, welche das geläutertere und wissenschaftlichere Studium der Mißbildungen hervorgebracht hat, ist unstreitig die Erkenntniß gewesen, daß die Natur auch bei der Hervorbringung dieser oft auffallenden und abweichenden Formen dennoch keineswegs regellos und willkürlich verfährt. Während frühere Zeiten nur Wunder, d. h. Eingriffe und Abweichungen der schaffenden Urkraft in ihre sich selbst bestimmten Gesetze zur Warnung, Strafe und Belehrung des sterblichen Menschen sahen, hat uns das genauere Studium und die fortschreitende Erkenntniß, nach allen Seiten, auch auf diesem verhältnißmäßig so kleinen und abgegrenzten Gebiete gerade das Gegentheil gelehrt, und uns angewiesen, das Wunder gerade umgekehrt in der unendlichen Mannichfaltigkeit, die dennoch durch ein Gesetz beherrscht wird, zu erblicken. Zwar können wir uns nicht rühmen, dieses Gesetz auch hier schon überall erkannt zu haben, zwar ist es gewiß, daß die Uebereilung hier Gesetze erblickt und erschaffen hat, die sich bei einer reifern Ueberlegung nicht halten können, allein so mangelhaft unsere Einsicht des Gesetzes auch sein mag: daß es obwaltet, auch da, wo wir es nicht kennen, ist eine feste Ueberzeugung geworden, und ich will es versuchen, in dem Folgenden auf das, was wir als Zuverlässiges in dieser Hinsicht betrachten können, hinzuweisen.

Während ältere Schriftsteller uns von Mißbildungen erzählen, welche ganz den Charakter organischer Körper abgelegt haben sollten, welche Formen gezeigt, die kein bekanntes organisches Wesen jemals besessen, welche den Charakter der Thierclasse, welcher sie angehören sollten, ganz verändert und den einer andern angenommen, so daß Thiere Menschenbildungen und Menschen Thiere hervorgebracht, so wissen wir jetzt, daß dieses nie und nirgends geschieht, und alle jene Angaben Wirkungen des Aberglaubens, Betruges und der Phantasie sind. Auch das mißgebildetste thierische Product wird nicht nur immer den Charakter der Thierheit, sondern selbst für die bloß äußere Anschauung den Charakter der Thierclasse, welcher es angehört, leicht erkenntlich an sich tragen; ja selbst ein einzelnes Organ verleugnet

[1]) Path. Anat. II. S. 194.

seinen Charakter nie so vollständig, daß nicht durch die größte Entstellung hindurch das Wesen desselben dennoch erkannt würde. Wir werden es nicht mehr glauben, wenn Thiere mit Menschen-Gesichtern und Leibern, oder Menschen mit Thier-Gesichtern geboren worden sein sollen, und solche Angaben sogleich in das Gebiet des Fabelhaften und Uebertriebenen verweisen, während ich später noch darauf hinweisen werde, wie und warum nicht so selten Bildungen in einer Thierclasse als anomale vorkommen, die in einer andern normal sind.

Wir sehen ferner, daß wenn gleich Orts- und Lagenveränderungen der Organe mannichfaltiger Art als Mißbildungen vorkommen, was rechts liegen sollte, nach links rückt und umgekehrt; die Organe des Bauches in die Brust und umgekehrt rücken, doch auch hierbei eine gewisse Grenze sich findet, die nie überschritten wird. Das Gehirn liegt nie in Brust, Bauch oder Becken, die Nieren nie im Schädel ꝛc. und wir können aus der Entwicklungsgeschichte leicht den Grund dafür auffinden, weil wir wissen, daß verschiedene Organe und verschiedene Systeme schon aus verschiedenen Partien oder Blättern des Keimes ihren Ursprung nehmen. Die dem gleichen Blatte angehörigen können zwar wohl ihren Ort vertauschen, nie aber wird ein aus dem animalen Blatte des Keimes sich entwickelndes Organ aus dem vegetativen hervorgehen können, und umgekehrt. Dagegen halten die meisten der Organe, die später solche Lagenveränderungen zeigen, anfangs die Mittellinie, und es bedarf daher keines so großen umändernden Einflusses, um rechts und links oder oben und unten mit einander zu vertauschen. Fleischmann [1]) hat dieses das Ortsgesetz, Lex topicorum, genannt.

Damit verwandt ist auch, daß so vielfache abnorme Verschmelzungen von Organen und vielleicht selbst Individuen vorkommen, gewisse Verbindungen nie auftreten; der Darmcanal nie mit der Aorta zu einem Canale verschmilzt, oder eine Arterie in einen Nerven übergeht, sondern fast immer nur homogene oder verwandte Theile sich mit einander vereinigen können, was Fleischmann die Lex proprietatis, das Individualitätsgesetz, genannt hat. Es ist auch dieses auf die Verschiedenheit des Keimes für verschiedene Organe begründet, der, wenn er überhaupt entwicklungsfähig sein soll, nie eine derartige Verbildung besitzen zu können scheint, um solche ganz heterogene Contiguitäts- und Continuitätsverhältnisse möglich zu machen.

Mehre Beobachter glauben ferner, das Gesetz aufstellen zu können, daß nur bei den Mißbildungen die übermäßige Entwicklung eines Theiles und Organes die unvollkommnere eines andern und so umgekehrt, nach sich ziehe, gleich wie in der vergleichenden Anatomie bei einer verhältnißmäßig nicht großen Anzahl von Organen und organischen Systemen, die große Verschiedenheit und Mannichfaltigkeit der Thiere vorzüglich dadurch hervorgebracht wird, daß bald dieses, bald jenes Organ und organische System vorherrscht oder zurücktritt, und dagegen andere umgekehrt weniger oder mehr entwickelt sind. Schon Meckel [2]) sagte, daß es beinahe Gesetz sei, daß höhere Potenzirung eines Organes mit Zurückbleiben anderer verbunden sei. Vorzüglich aber hat Geoffroy St. Hilaire dasselbe geltend zu machen gesucht unter dem Namen des Gleichgewichtsgesetzes (loi de balancement) und man kann für dasselbe allerdings manche Thatsachen geltend machen. So z. B. hat man sich darauf berufen, daß schon bei Zwillingen meist einer schwächer als

[1]) Bildungshemmungen der Menschen und Thiere. Nürnberg 1833. 8. S. 36.
[2]) Path. Anat. I. S. 15.

der andere ist, und es nicht so selten ist, daß der eine auf Kosten des andern, welcher ganz verkümmert oder mißgebildet ist, sich entwickelt hat. Oft haben Individuen, die an einer Hand oder einem Fuße einen überzähligen Finger oder Zehe besitzen, an der andern Hand oder Fuß eine weniger. Ein von Neumann beschriebener Fötus hatte am linken Fuße bloß den Daumen, am rechten acht Zehen, und der achte war gespalten. Segalas zeigte der Akademie de Medecine in Paris einen Fötus, der an der linken Hand keinen Daumen, an der rechten zwei hatte. Derselbe hatte noch auf der einen Seite nur 11 Rippen, und auf der andern 13. Bei Sirenenmißbildungen, wo die beiden unteren Extremitäten verbunden sind, oder zum Theil fehlen, findet man nach Meckel fast immer die Zahl der Wirbel und Rippen größer als gewöhnlich. Bei Acephalen, wo häufig Herz und Leber fehlen, sind nach Elben die Nieren alsdann sehr stark entwickelt. Ebenso findet man bei Doppelbildungen einzelner Theile die übrigen sehr oft unvollkommen entwickelt. Meckel hat dieses Gleichgewichtsgesetz sogar auf verschiedene Kinder derselben Aeltern ausgedehnt, von denen das eine oft die Theile mehr besitzt, welche dem andern fehlen. Ein Mädchen hatte an jeder Extremität einen überzähligen Finger; ihrer Schwester dagegen fehlten an einer Hand vier Finger, also gerade so viel, als die andere zu viel hatte.

Obgleich sich indessen auf solche Weise Thatsachen für dieses Gesetz angeben lassen, so muß ich dennoch gestehen, daß mir dasselbe als Gesetz in der Art, wie in der vergleichenden Anatomie, noch keineswegs geltend gemacht werden zu können scheint; denn es würde rücksichtlich der Mißbildungen jedenfalls ein Gesetz sein, welches weit mehr Ausnahmen als Bestätigungen besäße, da unzweifelhaft weit öfter mangelhafte oder übermäßige Entwicklung irgend eines Theiles ohne adäquat stärkere oder schwächere andere vorkommt, als dieses zuweilen wirklich der Fall ist. Man kann meines Erachtens nur sagen, daß auch die Mißbildungen an diesem, im Allgemeinen für alle organischen Körper geltenden Gesetze öfter theilnehmen, ohne daß es ein durchgreifendes Gesetz speciell auch für alle Mißbildungen sei. Wahrscheinlich entscheidet darüber die Ursache der Mißbildung, und ich möchte glauben, daß wo wir dieselbe in eine ursprüngliche abweichende Richtung der Lebensthätigkeit zu setzen haben, das Gesetz sich bestätigt finden möchte, wo aber mehr zufällige Einwirkungen die Mißbildungen veranlaßt haben, dasselbe auch keine Anwendung findet.

Man hat ferner gefunden, daß nicht alle Organe und Theile gleich häufig Mißbildungen ausgesetzt sind. So finden sich nach Meckel im Allgemeinen in den von Cerebrospinalnerven versorgten Organen, wie den Muskeln, aber auch dem Kehlkopfe, den Lungen, weit weniger Mißbildungen, als in dem, von sympathischen Nerven versorgten Verdauungs-, Harn-, Geschlechts- und Gefäßsysteme. Wären Kehlkopf und Lungen nicht, so könnte man vermuthen, daß das animale Blatt des Keimes, eine größere Immunität vor Mißbildungen besitze, als das vegetative und Gefäßblatt, worin eine einsichtlichere Verschiedenheit gegeben wäre, als in der Verschiedenheit der Nerven.

Man findet ferner, daß gewisse Arten von Mißbildungen vorzüglich gewissen Organen eigenthümlich sind. So z. B. ist die Verdopplung und Vermehrung weit häufiger bei den aus dem animalen Blatte entstandenen Gebilden, als bei denen aus dem vegetativen und Gefäßblatte hervorgegangenen, wie das seltene Vorkommen von Verdopplung des Herzens, der Lungen, des Verdauungscanales, der Geschlechts- und Harnorgane gegen Verdopplung des Kopfes, der Sinnesorgane, der Extremitäten ꝛc. beweiset.

Man hat ferner bemerkt, daß gewisse Mißbildungen vorzugsweise auf einer Seite, oder in der obern und untern Körperhälfte vorkommen. So findet sich nach Meckel die Lippen und Gaumenspalte vorzugsweise auf der rechten Seite. Wenn die Art. vertebralis unmittelbar von der Aorta entspringt, so geschieht dieses gewöhnlich auf der linken Seite. Verdopplung ist weit häufiger in der obern als untern Körperhälfte; zweiköpfige Mißbildungen sind häufiger, als solche mit einem Kopfe und zwei Körpern. Die Finger sind öfter überzählig, als die Zehen ꝛc.

Es scheint ferner gewiß, daß Mißbildungen bei dem weiblichen Geschlechte häufiger sind, als bei dem männlichen. Unter 42 Doppelbildungen, deren Geschichte Haller gesammelt, waren 30 weiblichen Geschlechtes, 9 männlichen, zwei Hermaphroditen und eins ohne Geschlecht. Unter 80 Mißbildungen fand Meckel 60 weibliche und 20 männliche. Tiedemann [1]) weiset nach, daß auch bei diesen hirn- und kopflosen Mißbildungen die Zahl der weiblichen die der männlichen bei weitem übersteigt. Otto [2]) fand unter 473 Mißbildungen 270 weibliche und 203 männliche. Letzterer fand indessen, daß dieses nicht für alle Mißbildungen auf gleiche Weise gilt. Unter 69 Hemicephalen fanden sich 47 weibliche und 22 männliche; unter 173 Perocephalen 110 weibliche und 63 männliche; unter 142 Mißbildungen mit überzähligen Theilen waren 88 weibliche und 54 männliche. Dagegen fanden sich unter 50 Spaltbildungen 33 männliche und 17 weibliche. Wenn wir annehmen dürfen, daß die letzteren Beobachter bei Bestimmung des Geschlechts sorgfältiger und zuverlässiger verfahren sind, als dieses bei den oft zweifelhaften Fällen bei den früheren der Fall sein möchte, so scheint mir die Ursache dieser Geschlechtsverschiedenheit dunkel. Denn mit Unrecht hat man diese daraus erklären wollen, daß alle Embryonen anfangs weiblich seien, eine gewiß fehlerhafte Interpretation der ursprünglichen Form der Genitalien [3]). Auch würde man der von Otto als fast allgemein angenommenen Ursache der Mißbildungen in Krankheiten, meiner Ansicht nach, eine zu große Ausdehnung zuschreiben, wenn man, wie dieser, jenen Unterschied von der größern Schwäche und Anlage zu Krankheiten bei dem weiblichen Geschlechte herleiten wollte. —

Sehr bemerkenswerth und auch hier hervorzuheben ist die beobachtete Erblichkeit gewisser Mißbildungen und ihre Wiederholung bei Kindern derselben Aeltern. Man hat Aeltern gesehen, deren Kinder sämmtlich dieselbe Art von Mißbildung darboten, und dieselbe sich auch wieder auf die Kinder dieser forterbten. Meckel [4]) hat darüber viele Fälle zusammengestellt und neue sind seitdem beobachtet worden. Die Vererbung erfolgt aber nicht bloß durch das weibliche, sondern auch durch das männliche Geschlecht; denn bei Meckel findet sich die Angabe eines Mannes, der an Händen und Füßen sechs Finger hatte, dessen ältester Sohn denselben Bildungsfehler zeigte, und seinerseits wieder drei Kinder mit derselben Abweichung zeugte. Einen andern Fall der Art siehe bei Breschet [5]).

Es ist ferner ein wohl zu beachtender Umstand, daß so verschieden und mannichfaltig auch die Formen der Mißbildungen sind, dennoch gewisse immer in außerordentlicher Aehnlichkeit und Uebereinstimmung ihres Baues wiederkehren, und daß man eine vollständige Reihe aus ihnen bilden kann, deren Glieder gewöhnlich oft wiederkehren und in wesentlichen Bedingungen auf das vollkommenste mit einander übereinkommen. Dieses gilt auch für

[1]) Anatomie der kopflosen Mißgeburten. Landshut 1813. S. 79. [2]) Museum anat. path. p. XVI. [3]) Vergl. meine Entwicklungsgeschichte. S. 356.
[4]) l. c. S. 15 und folgende. [5]) Essai sur les monstruosités humaines. Paris. 1829.

jedes Organ, indem jedes vorzugsweise auf eine oder die andere Art mißgebildet ist. Es ist dieses einer der wichtigsten Punkte für die Untersuchung über die Ursache der Mißbildungen, da er mit Sicherheit darauf hinweiset, daß bei den meisten nicht eine zufällige äußere Ursache für sie vorhanden ist, sondern eine innere, in den Gesetzen der Keim-Bildung und Entwicklung gelegene.

Dagegen muß ich zwei Ansichten, die man als Gesetze der normalen Entwicklung auch auf die Mißbildung in Anwendung gesetzt und dieselben andererseits auch wieder durch die Mißbildungen erweisen zu können geglaubt hat, als auf Mißverständniß beruhend, zurückweisen.

Die eine derselben ist von Serres aufgestellt worden, welcher glaubte darthun zu können, daß die Entwicklung der Organe ganz abhängig sei von der Entwicklung der Blutgefäße, besonders der Arterien, so daß z. B. eine mangelhafte Entwicklung oder das Fehlen eines Organes, abhängig sei von den mangelhaften Entwicklung oder dem Fehlen seiner entsprechenden Arterie, und ebenso bei übermäßiger und überzähliger Entwicklung [1]). Außer daß man indessen selbst bei der angenommenen Richtigkeit dieser Aussage immer sogleich fragen würde: was bedingt dann nun die mangelhafte oder übermäßige Entwicklung der Arterie, hat aber Serres in der That nichts Anderes erwiesen, als daß sich in der Regel eine genaue Uebereinstimmung zwischen der Entwicklung eines Organes und seiner Arterie findet, nicht aber daß die Entwicklung des einen von der der andern abhängig ist. Und selbst diese Uebereinstimmung findet sich nicht durchweg bestätigt, indem man Spuren der Arterien von Organen gesehen hat, die selbst nicht vorhanden waren, wiewohl hier unzweifelhaft anzunehmen ist, daß auch das Organ früher vorhanden war, aber zerstört wurde, während Ueberreste seiner Arterien verblieben. Namentlich hat man Fälle von Anencephalie gesehen, wo die Carotis interna sich wie gewöhnlich nur in kleineren Dimensionen an den Hirnhäuten verzweigte. Entscheidend ist es aber, daß die directe Beobachtung darthut und dargethan hat, daß die Organe in ihren Rudimenten vom Keime ausgeschieden werden, ehe Gefäße in ihnen sich finden. Die homogene Zellenmasse, aus welcher sie bestehen, differenzirt sich erst später so weit, daß aus einigen Blutgefäße und Blut, aus anderen die anderen Elemente des Organes sich entwickeln.

Eine ganz ähnliche Theorie hat man in Deutschland für die Nerven verfolgt und aufgestellt. Auch für die Nerven wurde nachgewiesen, daß sich zwischen ihrer und der ihnen entsprechender Organe Entwicklung der genaueste Zusammenhang findet. Tiedemann [2]) zeigte, daß mit dem Mangel der Nerven auch ein Fehlen der Organe verbunden ist, zu denen sich die Nerven in regelmäßigem Zustande begeben; daß ebenso in allen Mißbildungen mit einem Uebermaße sich auch eine diesem entsprechende Anordnung des Nervensystems zeigt; daß endlich auch bei denen, bei welchen die Organe verschmolzen sind, ein genauer Zusammenhang zwischen der Art der Verschmelzung, der Organe und der Verbindung und Vereinigung der Nervengebilde stattfindet. Alessandrini [3]) zeigte dasselbe für die animalischen Muskeln und die zu ihnen gehörigen Nerven. Da nun zugleich die Entwicklungsgeschichte darthut, daß die Centraltheile des Nervensystems die ersten Spuren des Embryo sind, welche von dem Keime als solche erkennbar ausgeschieden werden, so hat sich daraus die An-

---

[1]) Anatomie du cerveau. T. I. [2]) Zeitschrift für Physiologie. I. S. 56 u. III. S. 1.
[3]) Novi Commentarii scient. institut. Bonon. T. III. 1837.

sicht entwickelt, daß sowohl die normale als anomale Entwicklung der verschiedenen Organe des Embryo von der Entwicklung des Nervensystems abhängig sei; die anomale Bildung der Organe daher ihre Erklärung in der anomalen Bildung der Nerven fände. Auch hier wäre die Frage daher nur um einen Schritt weiter hinausgeschoben. Ich habe indessen in meiner Entwicklungsgeschichte S. 484, wie ich glaube, ausführlich gezeigt, daß die Aufstellung eines solchen Gesetzes nach keiner Richtung hin begründet ist, und auch hier die unmittelbare Beobachtung lehrt, daß die Bildung des Nerven, wie die der übrigen Elemente eines Organes, die Wirkung der differenzirenden Entwicklungsthätigkeit auf das indifferente Zellenmaterial zur Bildung jeden Organes ist. Kein Theil, wenn er nicht wirklich nur ein Theil eines andern ist, so abhängig er sich später in seiner Function und Erhaltung von anderen zeigen mag, kann in seiner Entwicklung von dem andern abgeleitet werden. Sie sind in ihrer Entstehung alle Producte derselben Kraft, welcher das Ganze sein Dasein verdankt, und primäre Modificationen ihrer Entstehung müssen in Modificationen dieser Grundursache gesucht werden, welche höchst wahrscheinlich auch an gewisse Gesetze gebunden ist, über welche das Vorhergehende eben einige Andeutungen geben sollte.

Während sich demnach in dieser Beziehung die Resultate des Studiums der Mißbildungen an die der Entwicklungsgeschichte überhaupt anschließen, mache ich ferner auf den Nutzen des erstern für die specielle Entwicklungsgeschichte einzelner Organe aufmerksam. Die Lehre von den Mißbildungen ist hier offenbar für die normale Entwicklungsgeschichte dasselbe, was Pathologie und pathologische Anatomie für Physiologie und physiologische Anatomie sind. Sowie jene oft eine Quelle der wichtigsten Erkenntnisse des Baues und der Function eines Organes sind, welche wir durch dessen unmittelbares Studium nicht ermitteln können, so geben uns die Mißbildungen oft Winke über die normale Entstehungsweise der Organe, deren directe Beobachtung schwierig und zweifelhaft ist. Es wäre leicht dafür aus der Entwicklungsgeschichte der meisten Organe Beispiele zu sammeln. Ich will es aber vorziehen, mehr auf den Mißbrauch dieser Erkenntnißquelle aufmerksam zu machen. Sowie ich den Grundsatz hege, daß Ergebnisse der Pathologie und pathologischen Anatomie nicht im Widerspruche mit directen sicheren physiologischen und anatomischen Erkenntnissen stehen dürfen, und gegen diese nicht beweisen, sondern nur wo diese fehlen oder unsicher sind, so halte ich es auch nicht für gestattet, aus der Mißbildung eines Organes auf seine Bildungsweise einen gegen die directe Beobachtung derselben ankämpfende Folgerung zu ziehen. So z. B. war es gewiß gerechtfertigt, so lange die Entwicklungsweise der Augen durch directe Beobachtung noch nicht hinlänglich feststand, den Cyclopismus mit als einen Beweis der angenommenen Entwicklung beider Augen aus einem Urrudiment zu betrachten. Seit ich mich aber auf das bestimmteste überzeugt habe, daß die Augen von Anfang an doppelt aus der vordern Hirnblase hervortreten, kann ich in dem Cyclopismus keine Beweiskraft für jene Ansicht mehr finden, sondern glaube, es ist nun für die Entstehung des Cyclopismus eine andere Ursache aufzusuchen.

Der Nutzen, welchen die specielle Physiologie aus dem Studium der Mißbildungen ziehen kann, ist zwar bis jetzt noch nicht so angebaut und durch sorgfältige und zuverlässige Beobachtungen basirt, wie dieses zu wünschen wäre. Allein mehre höchst wichtige Fragen liegen in dieser Hinsicht schon vor, welche durch genaue Beobachtungen von Mißbildungen ihrer Lösung näher gebracht werden können. Hierhin gehören z. B. mehre Ca-

pitel aus der Lehre von der Blutbewegung. Die Frage nach der Ursache der Blutbewegung in herzlosen Mißbildungen ist in dieser Beziehung zwar schon oft hervorgehoben, keinesweges aber bereits genügend beantwortet worden. Während die Einen diese Thatsache als einen Beweis der Unabhängigkeit der Blutbewegung von dem Herzen betrachtet haben, haben die Anderen darauf aufmerksam gemacht, wie das Herz nicht immer die Form seiner höhern Entwicklung zu besitzen braucht, sondern nur als activ und rhythmisch contractile Stelle des Gefäßsystems zu erscheinen braucht, oder wie der Blutlauf in der defecten herzlosen Mißbildung von dem fast immer vorhandenen normal gebildeten Zwilling unterhalten wird. Man muß gestehen, daß die Sorgfalt der Beobachtung auf Seiten der letzten Ansicht größer ist, indem die meisten, selbst neuesten Beobachtungen der Vertheidiger der erstern Ansicht gewöhnlich höchst oberflächlich sind. Aber auch für den Blutlauf durch die Capillargefäße der Placenta bieten mehre Mißbildungen interessante Thatsachen dar.

Ferner ist es die Physiologie des Nervensystems, welche für mehre ihrer wichtigsten Probleme Beiträge aus Beobachtungen von Mißbildungen erwarten kann. Ich meine hier nicht sowohl die oben schon berührte Frage nach der Abhängigkeit der Bildung und des Wachsthums der Theile von dem Nerveneinflusse, die in ihrer Anwendung auf die Entwicklung des Fötus auf einem Mißverständnisse zu beruhen scheint, als vorzüglich in Beziehung auf das Gehirn, als Organ der Seelenthätigkeiten und als Centraltheil des Nervensystems. Es ist sehr schwer bei Beobachtungen an Menschen und selbst an Thieren, diese beide Rollen des Gehirnes von einander zu trennen, und seine Function als Organ der Seelenthätigkeiten tritt meist so sehr hervor und mischt sich überall mit hinein, daß die Function, die ihm als bloßes Centrum der Nerventhätigkeit zukommt, und letztere überhaupt dadurch sehr in den Hintergrund gesetzt und sehr vielen Mißverständnissen unterworfen wird. Hier nun sind die acephalen, hemicephalen und anencephalen Mißbildungen, welche lebend geboren werden, vom größten Interesse, und es ist sehr zu wünschen, daß solche Fälle genauen und unterrichteten Beobachtern in die Hände fallen. Auch hat man die von solchen aufgezeichneten Thatsachen bereits benutzt, um sich zu überzeugen, wie viele Erscheinungen, bei welchen die Seelenthätigkeiten im gewöhnlichen Leben einen großen Einfluß auszuüben scheinen, auch ganz ohne Mitwirkung derselben erfolgen, Athmen, Saugen, Schlingen, Husten, selbst Schreien, Entleerung von Koth und Urin ꝛc.

Wenn aber diese Mißbildungen Interesse haben, wegen Ausschließung der Seelenthätigkeiten, so haben dagegen andere, gerade in Beziehung auf diese, ein vielleicht noch viel größeres, auch bisher noch nicht hinlänglich ausgebeutetes. Ich meine hier vorzüglich die Doppelmißbildungen, die öfter für längere Zeit lebensfähig, unstreitig viele der interessantesten psychologischen Probleme darbieten. Man hat sie vielfach beobachtet, die Ergebnisse dieser Beobachtnngen gewissenhaft berichtet, allein die wichtigsten Fragen dabei sind selten hervorgehoben worden, sind auch wohl in der That sehr schwierig zu stellen, und richtig aufzufassen. Ich meine aber, sie dürften vorzugsweise geeignet sein, auf die Natur der Seelenthätigkeiten, ihre Entwicklung und Abhängigkeit vom Gehirn und von den übrigen Organen des Körpers aufmerksam zu machen, in welcher Beziehung wir meist noch in großen Vorurtheilen und Mißverständnissen befangen sind.

Endlich habe ich schon im Anfange auf das pathologisch praktische In-

tereſſe aufmerkſam gemacht, welches viele Mißbildungen beſitzen. Viele werden lebensfähig geboren, bei vielen iſt es möglich, die entſtellenden, oder das Leben oder die Function einzelner Organe gefährdenden Mängel künſtlich und durch operative Hülfe zu entfernen. Die Richtung der Chirurgie unſerer Zeit, der es an Schlachten und Wunden fehlt, hat ſich mit Glück und Auszeichnung hierhin gewendet. Um aber ſolche angeborene Uebelſtände zu heben, muß man natürlich mit ihrer Natur, Entſtehung und Beſchaffenheit genau vertraut ſein. Ich habe bereits das treffliche Werk von v. Ammon, was hier als erſtes auch bereits alles der Zeit Entſprechende leiſtet, namhaft gemacht und je ſeltener die Pathologie leider bis jetzt den erſten Schritt thut, die Reſultate der Phyſiologie und Anatomie ſich zu Nutze zu machen, um ſo mehr muß ein Werk wie dieſes erfreuen.

Es bedarf ferner auch wohl nur einer Andeutung, daß die Mißbildungen mannichfaches Intereſſe für die Geburtshülfe darbieten und manchen für ſie wichtigen Fragen noch eine eigenthümliche Wendung geben, z. B. in Betreff der Entſcheidung zwiſchen Mutter und Kind bei lebensgefährlichen Operationen. Doch hat die Erfahrung gelehrt, daß ſelbſt Mißbildungen, von denen man a priori große Geburtshinderniſſe erwarten ſollte, z. B. Doppelbildungen meiſtens ohne große Schwierigkeit und ſelbſt ohne Kunſthülfe geboren wurden, während Defecte begreiflich meiſt das Geburtsgeſchäft erleichtern.

Endlich kommt ſelbſt die praktiſchſte Anwendung aller mediciniſchen Wiſſenſchaften, die gerichtliche Medicin, nicht ſo ſelten in Beziehung mit Mißbildungen. Am öfterſten handelt es ſich dabei über zweifelhafte Geſchlechtsverhältniſſe, doch könnten dabei auch noch andere ſchwierige Punkte zur Frage kommen, z. B. bei Doppelbildungen über die Einheit des Subjectes, über Succeſſionsfähigkeit u. dergl. mehr, zu deren Entſcheidung eine genaue Vertrautheit mit der Natur der Mißbildungen erforderlich ſein wird.

Die Literatur über Mißbildungen iſt ſehr ausgedehnt. Ich habe die mehrſten der Schriften, welche zur theoretiſchen Entwicklung der Lehre beigetragen haben, im vorſtehenden Texte genannt. Was die äußerſt zahlreichen Beobachtungen als Quellen dieſer Lehre betrifft, ſo verweiſe ich in dieſer Hinſicht auf

Haller, De monstris lib. II. in Opp. minor. Tom III.

Meckel, Pathologiſche Anatomie Bd. I. und Bd. II. Abth. 1.

Isidore Geoffroy St. Hilaire, Histoire des Anomalies de l'organisation. Tom I — III. Paris 1832 — 36.

Gurlt, Lehrbuch der path. Anatomie der Hausſäugethiere. Bd. II. und Berliner encyclopädiſches Wörterbuch der med. Wiſſenſchaften. Bd. XXIV. Art. Monſtrum.

als in welchen Schriften wohl die Citate der meiſten Beobachtungen zu finden ſind. Neuere wird wahrſcheinlich angeben:

Vrolik, Handboek der zicktekundige Ontteedkunde. I. Deel. Angeborene Gebreken. Amsterdamm, 1840. 8to.

welches ich indeſſen noch nicht geſehen; und außerdem wären nachzuſehen:

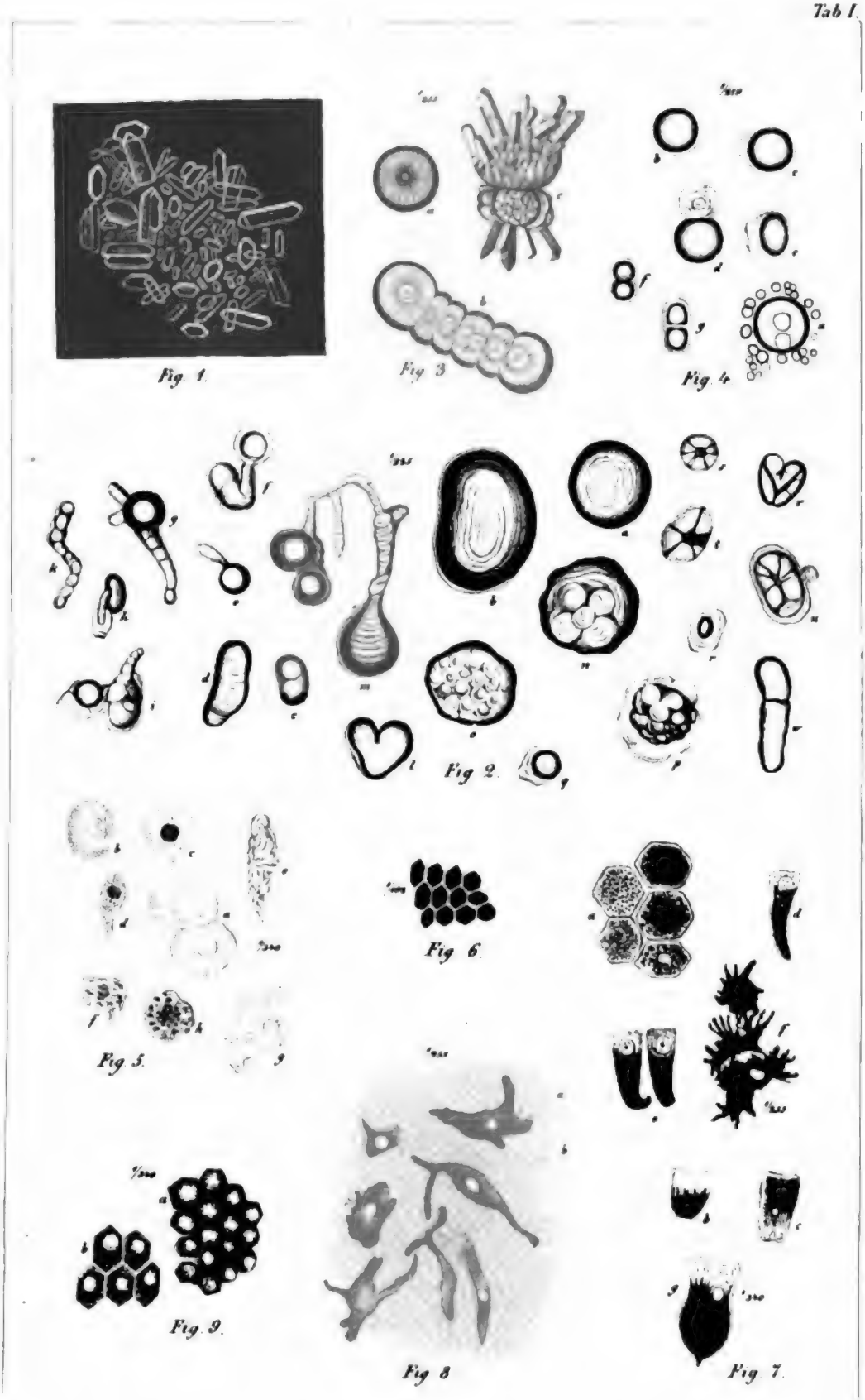
Valentin's Repertorium ſeit 1835. und J. Müller's Archiv, patholog. Anatom. Bericht ſeit 1833. —

Th. Biſchoff.

Verbesserungen.

Seite 83 Zeile 10 v. u. st. Herneberg l. Sterneberg.
» 177 » 15 v. o. st. Strohmeyer l. Stromeyer.
» 187 » 24 v. o. st. sowohl l. nicht.
» 187 » 25 v. o. st. als l. aber wohl.
» 214 » 20 v. u. st. 3,5 C'' l. 0,5 C''
» 214 » 14 v. u. füge hinter können hinzu: da dasselbe gewiß schon im Venenblute mit Sauerstoff, wenn auch nur als Oxydul, verbunden ist.
» 227 » 7 v. u. u. le Royer l. le Royer.
» 233 » 22 v. o. füge hinzu: Rees: α) in Wasser und Weingeist lösliche 3,32, β) bloß im Wasser lösliche 12,33.
» 243 » 11 v. u. streiche: welches keinen Phosphor enthält.
» 617 » 4 u. 5. v. o. st. thierischen l. organischen.
» 619 » 5 v. o. st. nun l. nur.
» 626 » 20 v. o. st. Zellen l. Kerne.
» 630 » 9 v. o. st. Zellenkörner l. Pollenkörner.
» 630 » 10 v. o. st. Naegeld l. Naegeli.
» 631 » 38 v. o. st. die Entstehung l. durch Entstehung.
» 635 » 5 v. u. st. Zelle l. Galle.
» 639 » 19 v. u. st. werden l. worden.
» 640 » 24 v. o. st. Talkerde l. Kalkerde.
» 643 » 15 v. u. st. Fettmolecüle, Secrete, l. Fettmolecüle der Secrete.
» 644 » 10 v. o. st. u. dgl., während l. udgl. Während.
» 647 » 24 v. o. st. den verästelten l. den der verästelten.
» 649 » 6 v. o. st. den Stickstoffatomen. l. an Stickstoffatomen.
» 656 » 26 v. o. st. an dieser l. in diesem.
» 656 » 16 v. u. st. dieses l. diese.
» 657 » 26 v. o. st. der Speiseröhre l. der der Speiseröhre.
» 659 » 13 v. o. st. Flimmerepithelium l. Cylinderepithelum.
» 661 » 12 v. o. st. zu constituirenden l. constituirenden.
» 667 » 12 v. o. st. diejenigen l. die.
» 669 » 23 v. o. st. varicös l. varicösen.
» 670 » 10 v. o. st. nach l. noch.
» 672 » 3 v. o. st. Zellgeweben l. Zellgewebe.
» 680 » 19 v. o. st. an dem Rande l. an der Wand.
» 695 » 4 v. o. st. jungen Schlundkopfnerven l. Zungenschlundkopfnerven.
» 697 » 18 v. o. st. Masse l. Massen.
» 699 » 14 v. o. st. Perennibranchiaten l. die Perennibranchiaten.
» 713 » 10 v. u. st. ursprüngliches l. ursprüngliches ist.
» 718 » 22 v. o. st. platte l. glatte.
» 721 » 15 v. u. st. eben in diesen l. in diesen.
» 723 » 16 v. u. st. und die Erforschung l. und 3. die Erforschung.
» 725 » 7 v. u. st. werden l. worden.
» 731 » 4 v. o. st. daß dann l. daß sich dann.
» 731 » 4 v. u. st. Schmelz bei l. Schmelz, der bei.
» 732 » 2 v. u. st. war die l. die.
» 734 » 11 v. o. st. Boden der Drüsen l. Enden der Drüsen.
» 734 » 17 v. o. st. uns l. nur.
» 736 » 13 v. u. st. welche in verschiedenen l. welche verschiedenen.
» 737 » 2 u. 3 v. u. st. oder höckerige l. einer höckerigen.
» 739 » 6 v. o. st. liegen l. liegt.

» 739 » 15 v. u. ſt. gebildet l. umgebildet.
» 750 » 26 v. u. ſt. uns l. nur.
» 751 » 2 v. u. ſt. ſei l. ſeien.
» 752 » 16 v. o. ſt. von l. an.
» 753 » 15 v. o. ſt. die Jacob'ſche Membran l. die vollſtändige Jacob'ſche Membran.
» 759 » 18 v. u. ſt. auf eine bisweilen l. bisweilen.
» 762 » 3 v. o. ſt. Epitheliallage der faſerigen Rindenſubſtanz l. Epitheliallage, der faſerigen Rindenſubſtanz.
» 768 » 10 v. o. ſt. Form un: l. Form.
» 768 » 14 v. u. ſt. Raum l. Saum.
» 769 » 7 v. o. ſt. Der Canal l. Die Cunula.
» 776 » 18 v. o. ſt. gebrämt l. gekrümmt.
» 776 » 5 v. u. ſt. welche im Mittel l. im Mittel.
» 780 » 10 v. u. ſt. Naturverhältniſſe l. Structurverhältniſſe.
» 785 » 20 v. o. ſt. zeigt l. zeigte.
» 793 » 4 v. o. ſt. Der eine l. Der Erſtere.
» 796 » 17 v. o. ſt. Blutſtranges l. Ganglienſtranges.



G. Valentin del. H. Bruch sc.

Handwörterbuch d. Physiologie Bd. I

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 10.

Fig. 11.

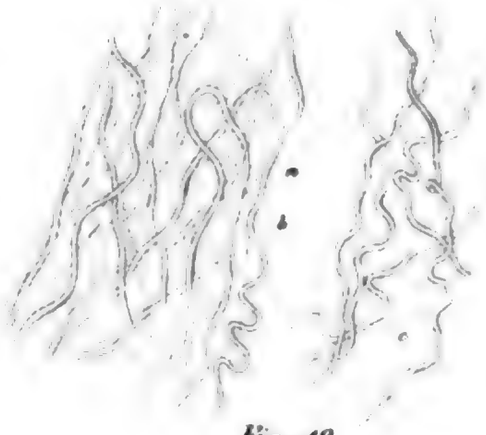


Fig. 12.

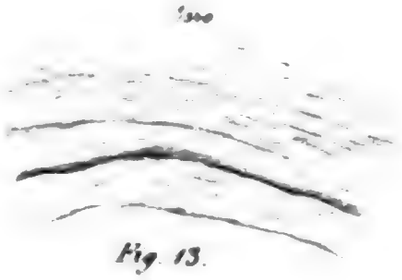


Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

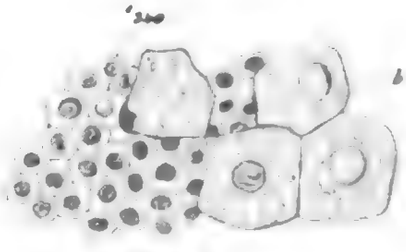


Fig. 18.

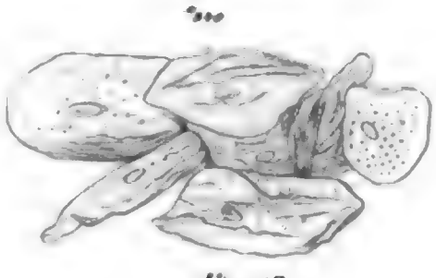


Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

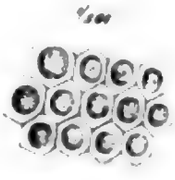


Fig. 22.

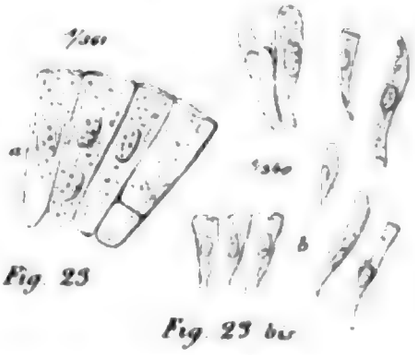


Fig. 23

Fig. 23 bis

Fig. 24.

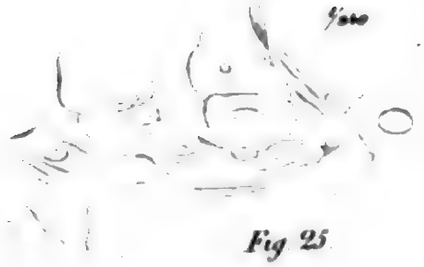


Fig. 25.

Fig. 26.

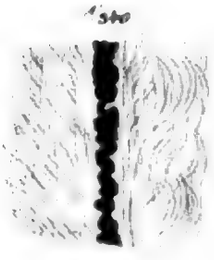


Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 35.

Fig. 36.

Fig. 37.

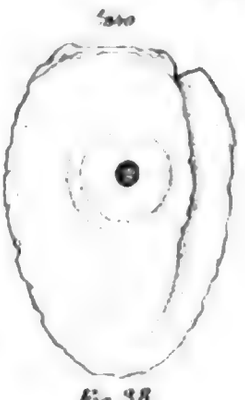


Fig. 38.

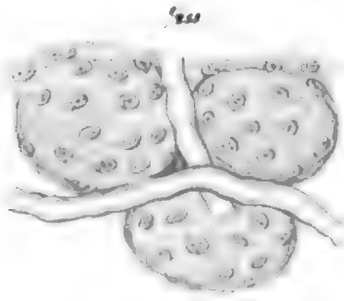


Fig. 39.

Fig. 40.

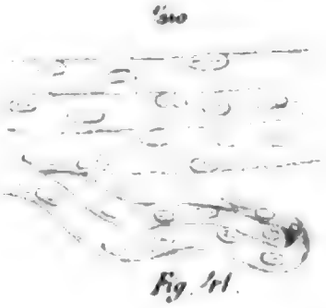


Fig. 41.

G. Valentin del. H. Bruch sc.

Druck v. Stern & Cie Nürnberg

Handwörterbuch der Physiologie Bd. I.

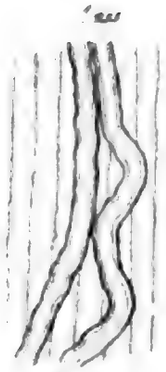


Fig. 42.

Fig. 43.

Fig. 44.

Fig. 45.

Fig. 46.

Fig. 47.

Fig. 48.

Fig. 49.

Fig. 50.

Fig. 51.

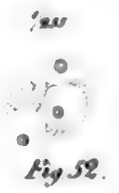


Fig. 52.

Fig. 52.a

Fig. 53.

Fig. 54.

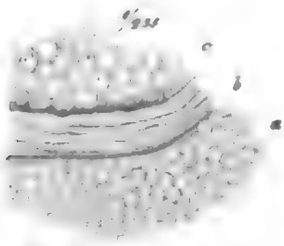


Fig. 55.

Fig. 56.

Fig. 57.

Fig. 58.

Fig. 59.

Fig. 60.

Fig. 61.

Fig. 62.

Digitized by Google

Fig. 63.

Fig. 64.

Fig. 65.

Fig. 66.

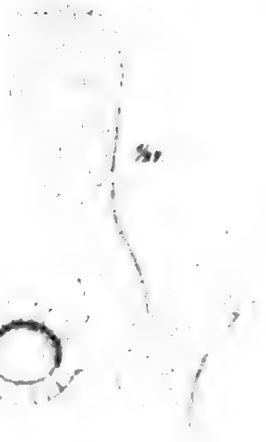


Fig. 67.

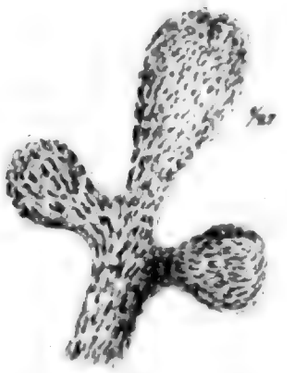


Fig. 68.

Fig. 69.

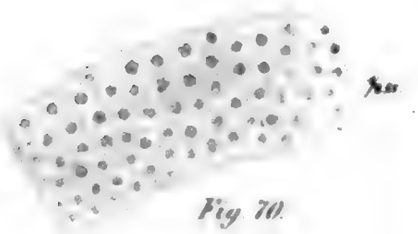


Fig. 70.

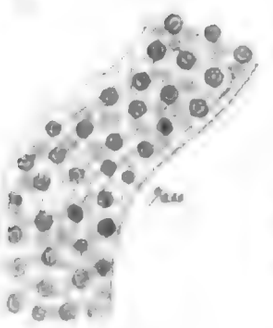


Fig. 71.

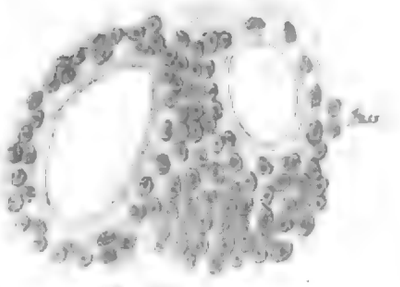


Fig. 72.

Fig. 73.

Fig. 74.

Fig. 75.

Fig. 75. bis

Fig. 76.

Fig. 77.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 78.

Fig. 79.

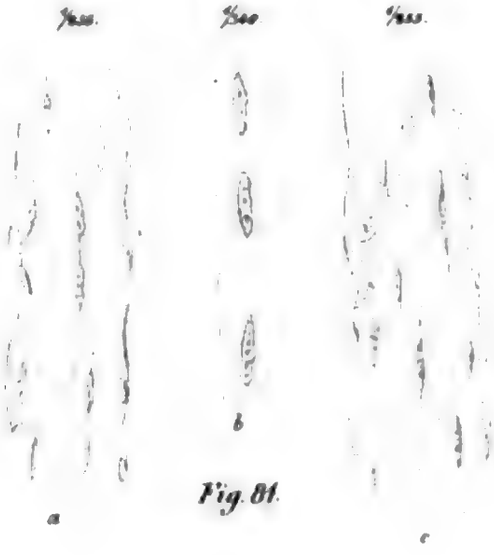


Fig. 81.

Fig. 80.

Fig. 82.

Fig. 83.

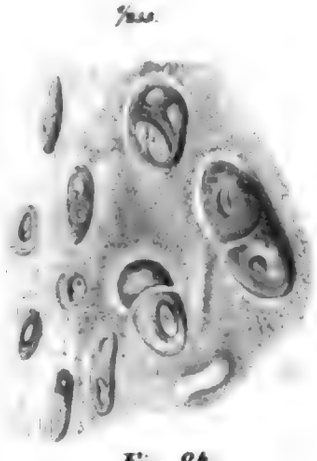


Fig. 84.

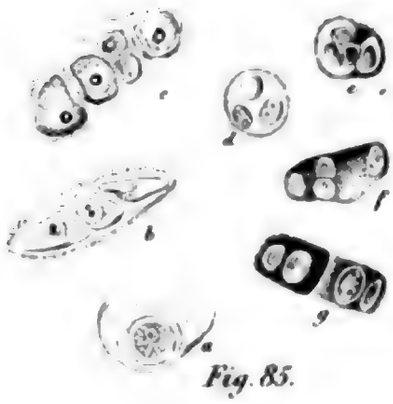


Fig. 85.

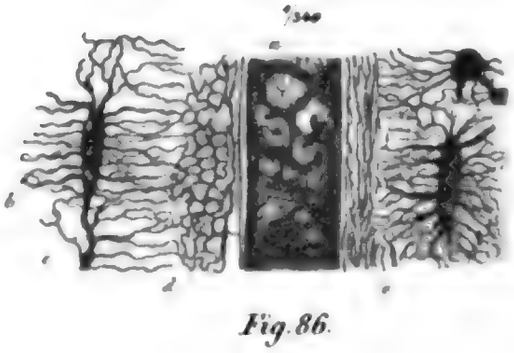


Fig. 86.

Digitized by Google

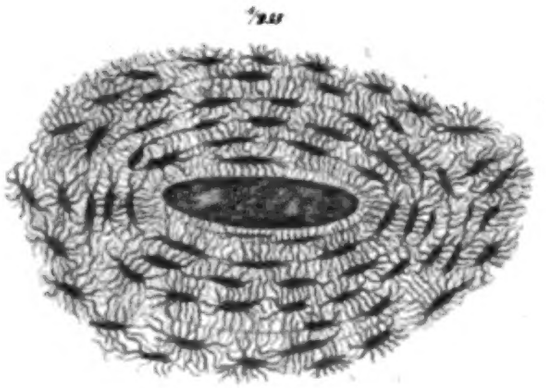


Fig. 87.

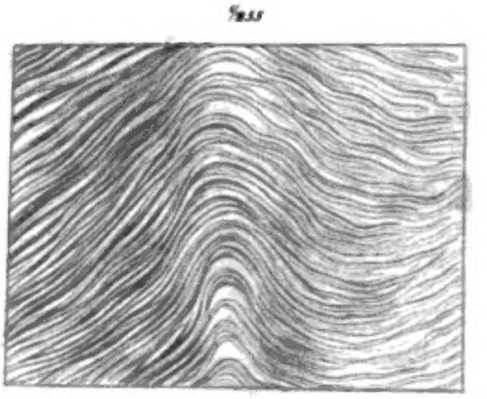


Fig. 88.

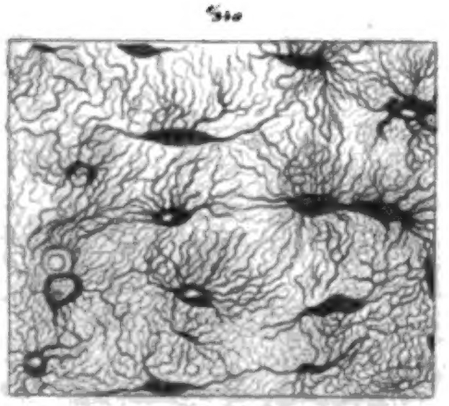


Fig. 89.

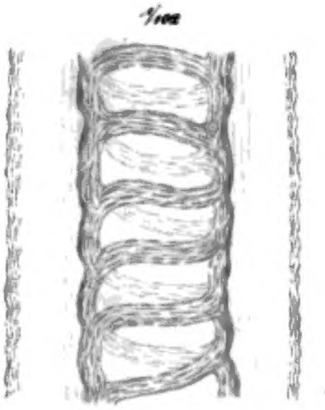


Fig. 90.

Fig. 91.

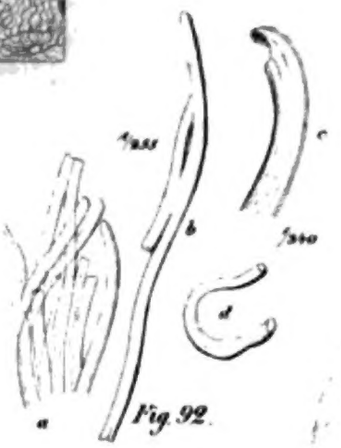


Fig. 92.

Fig. 94.

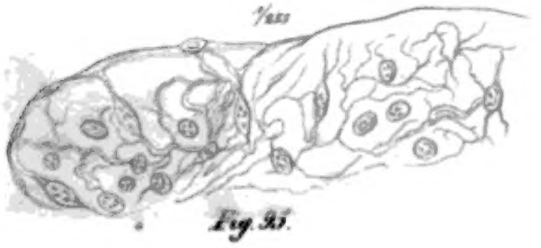


Fig. 93.

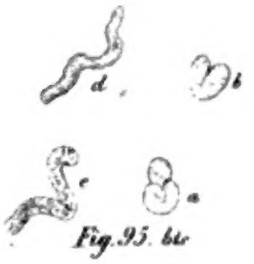


Fig. 95. b-c

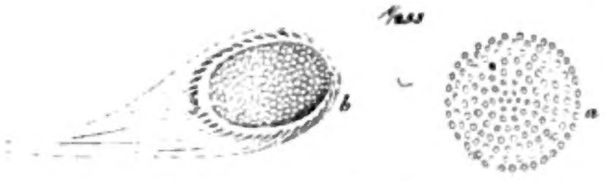


Fig. 96.

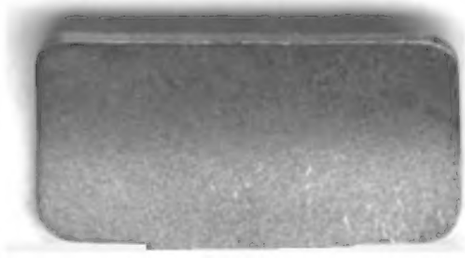
G. Valentin del. H. Bruch sc. Druck v. [illegible] Nürnberg Handwörterbuch d. Physiologie Bd I

Digitized by Google

Digitized by Google

16. 1. 1920

H. CORNAMUSAZ
RELIEUR



Digitized by Google